Міністерство освіти і науки України
Комісія з екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування науково-методичної ради МОН України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Уманський національний університет садівництва

Навчально-наукова серія
«Бібліотека еколога»

ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОСФЕРІ

Навчальний посібник
За редакцією С. П. Сонька та Н. В. Максименко

Харків - 2015

УДК 502.5 (075.8)
ББК 28.080.1 я 73
Г 97

Автори:
С. П. Сонько, Н. В. Максименк, Г. В. Біньковська, О. В. Василенко, А. Г. Гарбуз, О. М. Голубкіна, О. М. Дубін, Р. О. Квартенко, К. Ю. Михайлова, Т. М. Пушкарьова, І. П. Суханова, В. С. Цигода, Д. В. Шиян.

Рецензенти:
Балюк С. А. – доктор сільськогосподарських наук, професор, директор Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»;
Горін М. О. – доктор біологічних наук, професор кафедри ґрунтознавства Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва;
Денисик Г. І.. – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної географії Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського.

Затверджено до друку рішенням Вченої ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 14/18.2-399 від 20.02.2014 р.)

Науково-консультативна редакційна колегія навчально-наукової серії «Бібліотека еколога»

д. ф.-м. н., проф. Степаненко С. М.,
к. т. н., доц. Боголюбов В. М.,
д. б. н., проф. Горова А. І.,
к. г. н., доц. Владимирова О. Г.,
д. г.-м. н., проф. Сафранов Т. А.,
д. б. н., проф. Ісаєнко В. М.,
д. с.-г. н., проф. Клименко М. О.,
д. г.-м. н., проф. Білявський Г. О.,
к. т. н., доц. Панасенко А. І.,
д. т. н., проф. Мальований М. С.,
д. х. н., проф. Гомеля М. Д.,
д. с.-г. н., проф. Кучерявий В. О.,
д. б. н., проф. Бондар О. І.,
Тимошенко Н. І.

Редакційна колегія Навчально-наукової серії «Бібліотека еколога»

д. соц. н., акад. НАНУ Бакіров В. С.,
д. с.-г. н., проф. Балюк С. А.,
д. с-г. н., проф. Ачасов А. Б.,
д.г.н., проф. Гриценко А. В.,
д. б. н., проф. Крайнюкова А. М.,
к. г. н., доц. Максименко Н. В.,
д.г.н., проф. Московкін В. М.,
д. г. н., доц. Некос А. Н.,
д. ф.-м. н., проф. Пелихатий М. М.,
к. г. н., доц. Тітенко Г. В.,
д. б. н., проф. Шкорбатов Ю. Г.,
Баскакова Л. В. (секретар)

Е 62 **Екологічні** основи збалансованого природокористування в агросфері : навчальний посібник / за ред. проф. С. П. Сонька та Н. В. Максименко. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015 – 572 с. – (Навчально-наукова серія «Бібліотека еколога»).

ISBN 966-8340-71-x

Навчальний посібник призначений для використання при вивченні таких дисциплін, як «Збалансоване природокористування», «Стратегія сталого розвитку», «Збалансоване природокористування в галузі сільського господарства», «Сучасні концепції природокористування», «Методологія і організація наукових досліджень», «Біоорганічне виробництво», «Агроекологія», «Екологічні проблеми землеробства», «Сучасні проблеми в агроекології», «Оцінка впливу на навколишнє середовище», «Збереження біорізноманіття». Зберігаючи орієнтацію посібника на вимоги Болонського процесу, посилено наголоси на самостійну роботу студентів шляхом запрошення до роздумів за заданою темою.

Навчальний посібник буде корисним широкому колу читачів – викладачам, студентам, учням шкіл.

УДК 364.25:351.862(075.8)
ББК 68.69я73

ISBN 966-8340-71-x

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2015
© Сонько С. П., Максименко Н. В., Біньковська Г. В., Василенко О. В., Гарбуз А. Г., Голубкіна О. М., Дубін О. М., Квартенко Р. О., Михайлова К. Ю., Пушкарьова Т. М., Суханова І. П., Цигода В. С., Шиян Д. В., 2015
© Дончик І. М., макет обкладинки, 2015

ЗМІСТ

Передмова (*С. П. Сонько, Н. В. Максименко)*.....

Частина І. Природокористування та оцінка рівня
його збалансованості (*С. П. Сонько)*.....
1.1. Екологічна проблема в історії людства
та пошук шляхів її вирішення (*С. П. Сонько)*.....
1.1.1. Сталий розвиток, сучасна глобалістика
та прогнози стану довкілля (*С. П. Сонько)*.....
1.1.2. Оцінка можливостей переходу
до сталого розвитку країн Світу (*С. П. Сонько)*.....
1.1.3. Участь агроекосистем у виникненні та загостренні глобальної
екологічної проблеми (*С. П. Сонько)*.....
Запрошення до роздумів. Біокорельована концепція
як шлях до сталого розвитку, або «Думай глобально!»
(*С. П. Сонько)*.....
1.2. Екологічна стійкість, збалансованість
та толерантність (*С. П. Сонько)*.....
1.2.1. Уявлення про екологічну стійкість
та екологічну толерантність *(С. П. Сонько)* .....
1.2.2. Критерії та показники екологічної стійкості,
збалансованості та толерантності (*С. П. Сонько)*.....
1.2.3. Еколого-економічні механізми забезпечення
екологічної стійкості (*С. П. Сонько)*.....
Запрошення до роздумів: Чому гроші
не можна їсти? (*С. П. Сонько)*.....
1.3. Сучасні концепції природокористування
та їх оцінка з позицій екологічної толерантності
(С. П. Сонько, Н. В. Максименко, Р. О. Квартенко).....
1.3.1. Концепція природокористування, «незалежного»
від біосфери – «Біосфера-2» (*С. П. Сонько)*.....
1.3.2. Концепція геосоціосистеми та урбоекосистеми (*С. П. Сонько)*.....
1.3.3. Концепція коеволюції природи і суспільства *(С. П. Сонько)*.....
1.3.4. Концепція природних каркасів
екологічної безпеки територій (*С. П. Сонько)*.....
1.3.5. Концепція ноосферних екосистем (*С. П. Сонько)*.....
1.4. Оцінка можливості збалансованого природокористування
на основі концепції ландшафтно-екологічного планування
(*Н. В. Максименко, Р. О. Квартенко, К. Ю. Михайлова)*.....
1.4.1. Ландшафтне планування в Європейських країнах
(*Н. В. Максименко, Р. О. Квартенко)*.....
1.4.2. Розробка шляхів оптимізації природокористування
в агроландшафтах засобами ландшафтного планування
(*Н. В. Максименко, К. Ю. Михайлова)*.....

1.4.3. Принципи ландшафтно-екологічного планування в організації екологічної мережі (*Н. В. Максименко, Р. О. Квартенко, К. Ю. Михайлова)*.....
Запрошення до роздумів: Причини недієздатності концепції сталого розвитку, або «Дій локально!» (*С. П. Сонько)*.....

Частина ІІ.
Пошук шляхів збалансованого природокористування *(С. П. Сонько, О. М. Голубкіна, В. С. Цигода, Т. М. Пушкарьова, І. П. Суханова, Д. В. Шиян)*.....
2.1. Умови і ресурси збалансованого природокористування (*С. П. Сонько, О. М. Голубкіна)*.....
2.1.1. Класифікація та оцінка природних ресурсів *(С. П. Сонько, О. М. Голубкіна, Д. В. Шиян)*.....
2.1.2. Природні ресурси України та світу (*О. М. Голубкіна)*.....
2.1.3. Природні ресурси та збалансоване природокористування (*С. П. Сонько)*.....
2.1.4. Особливості ресурсоспоживання у різних галузях господарства (*С. П. Сонько, О. М. Голубкіна, Д. В. Шиян)*.....
2.1.5. Рекультивація земель як резерв земельних ресурсів *(В. С. Цигода)*.....
2.2. Класифікація галузей господарства за рівнем екологічної толерантності (*С. П. Сонько)*.....
2.2.1. Оцінка екологічної толерантності окремих галузей *(С. П. Сонько)*.....
2.2.2. Лісове господарство як провідна екологічно толерантна галузь *(С. П. Сонько, Т. М. Пушкарьова, І. П. Суханова)*.....
2.3. Оцінка можливості збалансованого природокористування на основі моделей просторової організації природи і суспільства*(С. П Сонько)*.....

Частина ІІІ. Шляхи збалансованого природокористування у сільському господарстві *(С. П. Сонько, Максименко Н. В., О. М. Дубін, Г. В. Біньковська, О. В. Василенко, А. Г. Гарбуз, І. П. Суханова, Т. М. Пушкарьова)*.....
3.1. Сільське господарство та його екологічна оцінка *(С. П. Сонько)*.....
3.1.1. Екологічні чинники та екологічні закони в агроекосистемах (*С. П. Сонько)*.....
3.1.2. Екологічні відносини в агроекосистемах (*С. П. Сонько)*.....
3.1.3. Оцінка відповідності спеціалізації сільського господарства наявному біокліматичному потенціалу (*С. П. Сонько)*.....
3.1.4. Просторова організація агроекосистем (*С. П. Сонько)*.....
3.1.5. Екологічна оцінка систем землеробства (*С. П. Сонько)*.....
3.2. Екологічно толерантні напрямки землеробства *(С. П. Сонько)*.....
3.2.1. Мінімальний обробіток ґрунту та No-Till технологія *(С. П. Сонько)*.....
3.2.2. Контурно-меліоративна система землеробства *(С. П. Сонько)*.....

3.2.3. Точне землеробство на основі GPS/GIS *(С. П. Сонько)*.....
3.3. Екологічна толерантність у сучасному тваринництві *(О. М. Дубін)*.....
3.3.1. Екологічні відносини в агроекосистемах тваринного спрямування (*С. П. Сонько)*.....
3.3.2. Екологічні проблеми в зонах тваринницьких ферм та комплексів (*О. М. Дубін)*.....
3.4. Екологічна конверсія як шлях до збалансованого природокористування у агросфері (*С. П. Сонько)*.....
3.4.1. Природничо-наукові основи екологічної конверсії *(С. П. Сонько, Г. В. Біньковська)*.....
3.4.2. Головні передумови впровадження екологічної конверсії (*С. П. Сонько)*.....
3.4.3. Органічне рослинництво (*С. П. Сонько)*.....
3.4.4. Біодинамічне землеробство і рослинництво *(О. В. Василенко)*.....
3.5. Біологічна утилізація органіки як перспективний напрямок екологічної конверсії в агросфері (*С. П. Сонько, А. Г. Гарбуз)*.....
3.5.1. Сучасний досвід екологічної конверсії у сільському господарстві *(С. П. Сонько)*.....
3.5.2. Вермитехнологія – важливий напрямок біоконверсії сільського господарства *(С. П. Сонько, І. П. Суханова, О. В. Василенко, Т. М. Пушкарьова)*.....
3.5.3. Екологічна специфіка розвитку вермитехнології *(С. П. Сонько)*.....
3.6. Сучасні напрями екологічної конверсії тваринництва *(С. П. Сонько, О. М. Дубін)*.....
3.7. Екологічно замкнені цикли біоконверсії в агросфері *(С. П. Сонько)*.....
Запрошення до роздумів: Чи вистачить родючості ґрунту наступним поколінням? (*С. П. Сонько, Н. В. Максименко)*.....
Післямова Агроекосистема, побудована за екологічними принципами, або тяжкий шлях від головного збурювача до головного стабілізатора біосфери (*С. П. Сонько)*.....
Список літературних джерел.....

Додаток. Нетрадиційні концепції природокористування.....

ПЕРЕДМОВА

Головне завдання агросфери – забезпечити людину продуктами харчування шляхом створення агроекосистем. Але саме в цьому завданні міститься найглибше протиріччя, яке ставить агроекосистеми поза законом у взаємовідносинах природи і суспільства. Поширена в середовищі більшості учених-аграріїв думка про достатність додержання закону повернення (поживних елементів у ґрунти) надто примітивізує складні взаємовідносини природи і людини в процесі ведення сільського господарства. Навіть сам термін «*агросфера*» (так само як і наука агроекологія) містить у собі глибоке методологічне протиріччя, яке виходить із філософії природокористування у сільському господарстві.

Головна суть цього протиріччя полягає, з одного боку, у необхідності нагодувати дедалі зростаючу кількість людей на планеті, а з іншого боку – в усіляких екологічних обмеженнях, спрямованих на якомога більше розтягування у часі *найважливішого ресурсу біосфери – природної родючості ґрунтів*. В більшості випадків такі обмеження виглядають блюзнірством, і багатьом науковцям, які хоч трохи розуміються на законах термодинаміки, треба погодитись – забираючи природну родючість з врожаями, її неможливо зберегти, а тим більше примножити. Світова динаміка поступового зменшення гумусу у ґрунтах, яка випливає саме зі зростаючої кількості населення, примушує зупинитися і тверезо поглянути на подальші відносини людини і природи у сільському господарстві.

Задля упередження такого лукавства автори свідомо поділяють методологічні позиції Томаса Роберта Мальтуса і готові до нищівної критики, але залишаються чесними в очах студентів, які вже завтра у своїй практичній діяльності або будуть в гонитві за прибутком продовжувати практику застосування гербіцидів, «коротко-ротаційних сівозмін», анаболічних кормових домішок, або ж, нарешті, почнуть думати, як Іван Овсінський, Сергій Подолинський, Єдвард Фолкнер, Масанобу Фукуока, Тимофій Мальцев, Микола Шикула та багато інших ентузіастів дійсно збалансованого природокористування у сільському господарстві. Принаймні, теорію зменшення природної родючості ще нікому не вдалося спростувати. Більше того, життя щодня надає докази її дієздатності, і тому вона знаходить усе більше прихильників.

На жаль, висновки Т. Мальтуса, який вважав, що ні накопичення капіталу, ні науково-технічний прогрес не компенсують обмеженості природних ресурсів, виявилися правильними, і вже у XX столітті втіленими у цілій низці законів екології, найперше у законі ґрунтостомлення. Автори не вважають себе неомальтузіанцями, але і не намагатимуться якимись

модними «науковими досягненнями цивілізації» (на зразок «стратегії сталого розвитку», «інформатизації», «нанотехнологій» чи «генної інженерії») спростувати теорію убування природної родючості, бо родючість ґрунтів дійсно зменшується.

В зв'язку з цим заслуговують на увагу ті головні особливості агроекосистем, які докорінно відрізняють їх від природних і розуміння яких може стати дороговказом до збалансованості природокористування в агросфері.

По-перше, прагнення до монокультури, яке суттєво знижує біорізноманіття природних екосистем даної території, а відтак, знижує стійкість як останніх, так і самих агроекосистем. Відповіддю людини на це є наскрізна хімізація (переважно, для боротьби з «зайвими» людині видами рослин та шкідниками), а останніми роками і біотехнологізація (шляхом виведення нових резистентних сортів і гібридів).

По-друге, в агроекосистемах докорінно змінена екологічна піраміда, на вершині якої стоїть людина. Зокрема, у процесі ноосферогенезу людиною (як видом *Homo sapiens*) свідомо змінена просторова суть свого екотопу. Людина створює відповідні «пастки» для часу (тривале зберігання біомаси у холодильниках, консервованих продуктах та ін. замість розкладання їх редуцентами безпосередньо після відмирання), «пастки» для простору (у вигляді сівозмін, типів сільськогосподарського використання земель, контурно-меліоративних систем землеробства та ін.), «пастки» для інформації (надання одомашненим рослинам і тваринам за допомогою сучасних методів генної інженерії лише певних властивостей, зокрема швидкого збільшення біомаси при застосуванні добрив чи біологічних кормових домішок (Сонько, 1990–2013).

По-третє, найголовніша особливість агроекосистем, яка ставить їх в антагоністичне положення до природи і аж ніяк не може сприяти збалансованому розвитку, – споживання екологічного, географічного та енергетичного ресурсу біосфери. Власне, мова йде про те, чого варте природі життєзабезпечення середнього мешканця планети. За авторитетними оцінками (Тімофєєв-Ресовський, 1974; Моїсеєв, 1996) без шкоди для себе (тобто зберігаючи гомеостаз) біосфера планети здатна прогодувати від 500 млн до 1 млрд людей. І не більше! Враховуючи, що сьогодні на планеті мешкає вже 7 млрд людей, коментарі зайві.

Крім прямих «екологічних» витрат у вигляді їжі на душу населення, сьогодні в світі вилучається і переміщується в середньому близько 50 т сирої речовини на рік. На її вилучення і переробку щорічно витрачається 3,6 кВт енергетичної потужності, а також 800 т води. При цьому утворюється 48 т відходів і 2 т кінцевих продуктів, що є, по суті, «відкладеними відходами». На життєвий простір однієї людини (міського жителя) – житло, вулиці

і площі, робоче місце, підприємства торгівлі і громадського харчування, адміністративні і культурні установи і таке інше – припадає ділянка розміром в 0,1 га. Це своєрідний епіцентр «збурення» навколишнього середовища, у якому природні екосистеми знищені повністю. Але ж життєдіяльність людини передбачає ще і забезпечення їжею, природними волокнами і деревиною, що вимагає використання вже до 0,69 га. Крім того, сучасна людина як біологічна істота вимагає для себе 4–10 га землі, яка нічим не зайнята і такої, що нічого не «виробляє» для людини, але «приймає на себе» антропогенний тиск за рахунок видалення відходів людської життєдіяльності і викиду біогенів, включаючи CO_2. Ось цю останню територію в 4–10 га і слід вважати за дійсний екологічний простір, необхідний для життєзабезпечення одного сучасного лише міського жителя.

Помноживши мінімальну площу, потрібну для забезпечення життєдіяльності одного умовного пересічного мешканця міста, тобто згадані 4 га, на чисельність всіх міських жителів планети, отримуємо територію в 170 млн км^2, що більше всієї поверхні суходолу (площа поверхні Землі – 510 млн км^2, в тому числі площа суходолу – 149 млн км^2). Але ж тут не взято до уваги ще понад 3 млрд сільських жителів, не враховувались також збурення, що викликаються промисловістю, яка забезпечує підвищення комфортності життя.

Як і будь-який інший вид на Землі, людство існує в межах певного енергетичного коридору, що характеризується тією максимальною часткою від загального енергопотоку в біоті, яку воно може використовувати на свої потреби без ризику збурення навколишнього середовища. Вимірювання, проведені в непорушених природних екосистемах, показали, що більше 90 % рослинної органіки споживається бактеріями, грибами і найпростішими, які відіграють провідну роль у механізмі біотичної регуляції. Що ж до решти цього енергопотоку, то майже вся його енергія споживається дрібними безхребетними – членистоногими, черв'яками, молюсками та ін.). На долю ж велиих хребетних тварин (у тому числі і людини зі всіма одомашненими тваринами) припадає менше 1 % енергії, що циркулює в біоті.

Розмір даної енергії може бути виражений в одиницях маси органічного вуглецю (тоннах), потужності (Вт) або енергії (джоулях), адекватних кількості біомаси, виробленої рослинами на даній території за рік, окрім витрат на підтримку і зростання самих рослин. І якщо підрахована енергетична потужність всієї земної біоти складає близько 100 Твт/рік (1твт =10^{12} Вт), то один відсоток від неї дорівнюватиме приблизно 1–2 Твт/рік. А виходячи з оцінки сумарної маси органічного вуглецю, ми отримаємо величину в 1,6*10^9 т с/рік, або 1–1,6 Гтс/рік. Отже, 1–2 Твт/рік (в одиницях потужності), або 1–1,6 Гтс/рік (в одиницях маси органічного

вуглецю). Це той 1 % споживаної людиною чистої первинної продукції, який дає нам кількісне уявлення про господарську ємність біосфери, або ж ту граничну її величину, перевищувати яку ні за яких умов не повинна потужність людського господарства.

Фактично ж його потужність становить сьогодні 13 Твт/рік, а 1–2 Твт/рік відповідали потужності цивілізації на самому початку XX століття, коли людство перейшло заборонену для нього межу. Але якщо ця перша, критична для цивілізації межа залишилася вже позаду, то питання щодо наступного, більш серйозного порогу, коли прояви деградації біосфери стануть вже незворотними, а її здатність до самовідновлення виявиться втраченою на невизначено довгий термін, залишається відкритим. На цю реальну небезпеку вказує вже сьогодні і порушення замкнутості кругообігу біогенів (CO_2, сполук азоту і фосфору), і прогресуюча втрата біорізноманіття, і перехід багатьох відновлюваних (до недавнього часу) природних ресурсів в розряд невідновних, і багато чого іншого (Данілов-Даніельян, 2003).

На сьогодні існує два потужних джерела емісії антропогенного вуглецю: руйнування природних екосистем і ґрунту в результаті переважно аграрної діяльності і спалювання викопного палива. Причому перше джерело на 10 % виявляється потужнішим, ніж друге (Лосєв, 2003). Саме завдяки цьому можливо об'єктивно усвідомити істину роль агроекосистем в «забезпеченні» сталого (стійкого, збалансованого, оптимального, гармонічного та ін.) розвитку.

Наведені цифри яскраво засвідчують некоректність головних напрямків сучасного природокористування, передусім в агросфері, і примушують знову і знову повертатись до систематичного аналізу власне екологічних відносин виду *Homo Sapiens,* шукаючи відповіді на прості і водночас надскладні запитання про *екологічні фактори, харчову піраміду, екотоп, екологічну нішу, енергетичні відносини* в екосистемі людини.

Проте усвідомлення описаної вище небезпеки від агросфери при відповідальному ставленні може стати певною точкою неповернення, до якої, на думку авторів, людство ще не наблизилося. Власне, *попередженню небезпеки наближення до цієї точки і присвячена ця книга*.

Тяжкий *шлях до збалансованості усього природокористування знаходиться в агросфері*, оскільки саме вона забезпечує ті найпростіші, але найсуттєвіші і повсякденні потреби людини, які ще дозволяють порівнювати наш вид з іншими видами у біосфері, власне, за екологічними ознаками. Ніяка «цивілізованість», «урбанізованість», «техногенізованість» та ін., які начебто ставлять людину у привілейоване положення до інших видів у біосфері з власним екотопом на зразок «геосоціосистеми» (втім, як і інших штучно «сконструйованих» химерних форм екологічного буття людини) не виключає і не підміняє екосистемні відносини, які здійснює наш вид.

Саме можливість дослідити екологічні відносини *Homo Sapiens* в процесі його життєдіяльності у біосфері дає надію на пошук конструктивних шляхів вирішення глобальної екологічної проблеми. Такий методологічний підхід у дослідженні проблем природокористування може здатися нестандартним, занадто біологізаторським та алармістським. Проте на його користь свідчить небезпечна динаміка загострення екологічних проблем як глобального, так і локального рівня. Фундаментальні закони термодинаміки ще нікому не вдалося «обійти», і долучившись до природокористування, людство невідступно і впевнено йде до стану нульової ентропії, «розпилюючи» у просторі величезні запаси речовини та енергії, створені колишніми біосферами.

Виявилось, що цивілізованість та культурогенез – непосильний вантаж для людства і зовсім не «перекривають» простих екологічних відносин, які здійснює *Homo Sapiens* в процесі своєї життєдіяльності у біосфері планети. Саме агросфера уявляється нам унікальним полем для дослідження системних екологічних відносин, які здійснює наш вид у процесі природокористування. І якщо його колись вдасться зробити «збалансованим», то починати це треба саме з сільського господарства, де впродовж тривалої історії вже сформована агроекосистема (як екологічна ніша людини) з харчовими ланцюгами різних трофічних рівнів. Складність, а інколи неможливість дослідження систематичних екосистемних відносин нашого виду зовсім не виключає їх існування, а лише знову підкреслює – гребування ними і є головною причиною загострення глобальної екологічної проблеми.

Дослідженням екологічних відносин у сільському господарстві автори займаються давно, але систематизований, зведений виклад окремих концепцій, ідей та думок здійснюється вперше. За перцепційними ознаками ми намагались зробити зміст навчального посібника більше дискусійним, ніж академічним, оскільки саме такий стиль викладу допоможе викликати небайдужість у читача. Якщо ж після знайомства з ним ця небайдужість оселиться в душах когось із студентів, своє завдання ми вважатимемо виконаним. Насправді, нетрадиційність змісту навчального посібника полягає у прагненні авторів не лише систематично (академічно) викласти матеріал, а й відповісти на головні питання – чому стан довкілля сьогодні є кризовим, яку роль в цьому відіграє сільське господарство та що треба зробти, щоб покращити ситуацію.

Навчальний посібник складається з трьох частин. У першій розглядаються теоретичні основи природокористування, суть концепції сталого розвитку та здійснюється пошук критеріїв збалансованого природокористування через знаходження рівня сталості та толерантності окремих галузей господарства.

У другій частині оцінюється реальний стан і перспективи переходу до збалансованості у різних галузях.

У третій частині розглядається можливість збалансованого природокористування у агросфері.

Дискусійність змісту навчального посібника має прояв у наявності майже після кожного розділу «Запрошення до роздумів». Зміст цих розділів може бути (при вмілому використанні викладачем) предметом семінарів, обговорень, ділових ігор, брейн-рингів та інших форм активізації процесу пізнання. Але найголовніше, на що спрямований зміст навчального посібника, – це пошук шляхів збалансованого природокористування майбутніми фахівцями-екологами. Відтак, здійснюється не лише отримання знань, а й виховання небайдужого ставлення до природи.

Доктор географічних наук,
професор С. П. Сонько,
кандидат географічних наук, доцент
Н. В. Максименко

ЧАСТИНА 1

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОЦІНКА РІВНЯ ЙОГО ЗБАЛАНСОВАНОСТІ

Охорона Природи є темою особливою
Хто тільки нею не займається!
Але Природа є і буде дуже вразливою,
Поки вона у людини
рабинею залишається.
(С. Сонько. Поетична геоекологія)

Терміни, поняття, визначення. *Збалансоване природокористування* – сучасний розділ екології, в якому вивчаються головні концептуальні напрямки використання природних ресурсів, розмір шкоди від забруднення природного середовища, процеси та явища суспільного життя, що викликані нестачею природних ресурсів, величезним зростанням виробництва й забруднення всіх сфер Землі. Як і в інших екологічних науках, теоретичною базою збалансованого природокористування є основні екологічні закони, а також закони розвитку природи й суспільства.

Предметом цієї науки є характер співвідношення позитивних і негативних змін природних умов, рівні використання суспільством природного середовища в зв'язку з виробничими відношеннями між людьми за даними економічних наук, географії, геології, біології, ґрунтознавства, лісоводства, демографії, метеорології, гідрології та інших наук.

Предметом же самого процесу природокористування в свою чергу можна вважати оптимізацію відносин між людиною і суспільством, прагнення до збереження і відтворення середовища життя.

Об'єктом природокористування як науки служить комплекс взаємин між природними ресурсами, природними умовами життя суспільства і його соціально-економічним розвитком.

Головними *об'єктами природокористування у сільському господарстві* є головні його галузі та типи природовикористання в них.

Основними *завданнями* цієї науки є дослідження сучасного стану взаємодії природи і суспільства в процесі природокористування під час сільськогосподарствого виробництва, а також розробка головних напрямків і методів оптимізації такої взаємодії.

Взаємодія суспільства і природи – складний, внутрішньо суперечливий і нерозривно взаємозалежний процес. Розумне, цілеспрямоване використання природних ресурсів можливо тільки на основі глибокого вивчення законів розвитку природи. Характер взаємодії суспільства і природи знаходиться в прямій залежності від способу виробництва і рівня

розвитку продуктивних сил, від характеру суспільних відносин. Певне відношення до природи обумовлюється формою суспільства. Загальний характер, масштаби і глибина взаємодії суспільства і природи мають очевидну історичну обумовленість.

Одним із перших у вітчизняній науці вивчав взаємодію людини з навколишнім середовищем академік А. И. Воєйков. Його роботи такого напрямку були опубліковані на межі XIX і XX століть (1894–1910) і були перевидані окремим збірником у 1963 р. за назвою «Вплив людини на природу». У 1964 р. побачили світ монографія Д. Л. Арманда «Нам і онукам» і колективна робота «Розвиток і перетворення географічного середовища». Надалі опублікована колективна монографія «Природа і суспільство» (1968), роботи А. А. Мінца «Економічна оцінка природних ресурсів» (1972), И. В. Комара «Раціональне використання природних ресурсів і ресурсні цикли» (1975), збірник робіт И. П. Герасимова «Конструктивна географія» (1976).

Велику роль у формуванні теоретичного і методологічного базису наукового вивчення проблем взаємодії природи і суспільства зіграли роботи таких вчених кінця 60-х – 70-х років, як Ю. Г. Саушкіна, А. Г. Ісаченко, В. С. Преображенського, С. В. Калесника, К. І. Геренчука, Ф. Н. Мількова, В. А. Анучина, М. І. Будико, Ф. Ф. Давітая, А. М. Маринича, М. Ф. Реймерса, Г. І. Швебса, П. Г. Шищенка й ін.

Термін «природокористування», введений у науковий обіг у 60-х роках Ю. Н. Куражовським, на сьогодні досить популярний і має багато трактувань і інтерпретацій. *Природокористуванням називають провідний процес у взаємодії суспільства і природи* – це, мабуть, його найбільш загальне філософсько-методологічне тлумачення.

Багато вчених проблеми раціонального природокористування розглядають більш широко: охорона природного середовища через раціональну організацію всього народного господарства в цілому, через формування його галузевої і регіональної структури, через його розміщення з урахуванням фактора охорони природи і раціонального використання ресурсів (Г. В. Шалабін, 1983; П. І. Олдак, 1979–1982; И. Я. Блехцин, В. А. Мінєєв, 1981; Н. И. Ворощук, 1982 та ін.). При такому підході природокористування розглядається дуже широко: як характер зв'язків системи відносин господарства і населення з природою, що пронизують усю життєдіяльність людини, усі галузі господарства і види діяльності. У межах природокористування поєдналися задачі охорони природи і задачі раціонального користування нею. Природокористування розуміють також і у вузькому значенні – як особливу сферу (і навіть галузь) господарства, як просту експлуатацію природного середовища і природних ресурсів.

За Ю. Н. Куражовським (1969), «задачі природокористування як науки належать до розробки загальних принципів здійснення всякої діяльності, пов'язаної або з безпосереднім

користуванням природою і її ресурсами, або з її впливами, що змінюються. Кінцева мета цієї розробки – забезпечити єдиний підхід до природи як до загальної основи праці» (Нариси природокористування. – М., 1969).

Ю. Ю. Туниця (1980) визначив природокористування як «безпосереднє використання (освоєння, експлуатація, вилучення) природних ресурсів тієї чи іншої території усього світу, групи країн, окремої країни чи її районів». У ще більш звуженому розумінні – це «використання окремих видів природних ресурсів у глобальному, регіональному і локальному масштабах». Цілком очевидно, що це занадто вузьке й утилітарне трактування цього поняття. Підкреслимо, що природокористування – це не тільки використання природних ресурсів, але і їхня охорона і відтворення.

Н. П. Федоренко (1973) визначає природокористування як «цілеспрямоване втручання людини в природні процеси, що протікають у біосфері».

І. Я. Блехцин і В. А. Мінєєв (1981) трактують природокористування як сукупний вид діяльності, що охоплює надзвичайно широку систему господарських заходів, які у комплексі впливають на навколишнє природне середовище і безпосередньо пов'язані з розвитком промисловості, сільського господарства, невиробничої сфери.

О. М. Маринич (1984) визначає природокористування як «найважливішу складову частину проблеми взаємодії природи і суспільства, що включає систему заходів для вивчення, освоєння, використання, перетворення й охорони природного середовища і його природних ресурсів».

В. С. Преображенський, Г. Л. Приваловська і Т. М. Рунова (1985) розуміють під природокористуванням сферу діяльності, спрямовану на забезпечення зростаючих потреб суспільства в природних ресурсах і формування здорового середовища помешкання людей, що поєднує галузі ресурсокористування, діяльність із вивчення, відтворення і збагачення природних ресурсів, збереження і поліпшення навколишнього середовища, охорону природних багатств і розмаїтість їхнього розвитку.

Отже, *природокористування – об'єктивний процес, що відбувається між суспільством і природою і відбиває освоєння, використання, відтворення природних ресурсів, а також вплив на природу в процесі господарського й інших видів діяльності людини, перетворення й охорону природи в інтересах суспільства.* Природокористування як провідний процес взаємодії суспільства і природи охоплює багато видів виробничої і невиробничої діяльності людей, і виділяти його в особливий блок чи сферу господарства неправомірно.

Процес природокористування розвивається на стику системи «суспільство – природа» і відбиває їхню взаємодію на конкретній території. Він служить для забезпечення суспільства первинними предметами, а в окремих випадках – засобами праці, і є основою життєдіяльності людей. У процесі природокористування здійснюються задачі задоволення потреб суспільства в природних ресурсах на основі їхнього раціонального, комплексного використання, запобігання природних ресурсів від виснаження шляхом їхньої охорони і відтворення, виконуються середовищно-захисні функції для підтримки природного середовища в стані придатності для нормальної життєдіяльності людей і інших біологічних організ-

мів. За М. Ф. Реймерсом (1990), *зміст природокористування* характеризується такими аспектами:

1) сукупність усіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу і заходів для його збереження, що включає:

а) вилучення і переробку природних ресурсів, їхнє поновлення чи відтворення;

б) використання й охорону природних умов середовища життя;

в) збереження (підтримка), відтворення (відновлення) і раціональна зміна екологічного балансу (рівноваги, квазістаціонарного стану) природних систем, що є основою збереження природно-ресурсного потенціалу розвитку суспільства;

2) сукупність продуктивних сил, виробничих відносин і відповідних організаційно-економічних форм і установ, пов'язаних з первинним присвоєнням, використанням і відтворенням людиною об'єктів навколишнього їй природного середовища для задоволення його потреб;

3) використання природних ресурсів у процесі суспільного виробництва з метою задоволення матеріальних і культурних потреб суспільства;

4) сукупність впливів людини на географічну оболонку Землі;

5) комплексна наукова дисципліна, що досліджує загальні принципи раціонального (для даного історичного моменту) використання природних ресурсів людської спільноти.

Виділяються наступні основні *напрямки і види діяльності в сфері природокористування*:

1) ресурсоспоживання: видобуток ресурсів, ресурсокористування, використання елементів середовища як «умістилища» відходів виробництва і споживання;

2) конструктивне перетворення: комплексні програми перетворення природного середовища, поліпшення окремих властивостей ресурсів середовища, захист від стихійних явищ, ліквідація наслідків господарської діяльності;

3) відтворення природних ресурсів: безпосереднє відтворення природних ресурсів, створення умов для відновлення відтворюваних ресурсів, відновлення;

4) охорона середовища існування і природних ресурсів: запобігання негативних впливів виробництва і споживання, власне охорона і консервація ландшафтів, збереження генетичної розмаїтості біосфери;

5) керування і моніторинг: інвентаризація, облік і контроль, регулювання стану ресурсів і природного середовища, керування процесами природокористування.

Крім того, О. М. Маринич (1984) виділяє такі *види природокористування*:

1) галузеві – водокористування, землекористування, лісокористування, використання ресурсів надр;

2) комплексно-територіальні (регіональні): планетарне, міждержавне, державне, республіканське, локальне, а також природокористування в окремих галузях – у промисловості, сільському господарстві, будівництві, меліорації, охороні здоров'я і т. д.

Т. Г. Рунова (1985) виділяє галузі *прямого* природокористування (з поділом їх на види – ресурсовидобуток, ресурсокористування, ландшафтокористування, дослідно-наукове і «відкладене» природокористування) і *непрямого* (ресурсоспоживання).

Отже, до *напрямків природокористування* належать:

– *ресурсоспоживання*, що охоплює використання природних ресурсів у виробничій і невиробничій сферах народного господарства; при цьому природні ресурси відчужуються від природи, змінюють у процесі виробництва свої первісні властивості (спалювання палива, переробка руд і т. д.), а в природу повертаються у вигляді різних відходів;

– *ресурсокористування* включає використання природних ресурсів без зміни їхньої сутності (гідроенергетика, використання земельних ресурсів як базис для різних народногосподарських об'єктів, риборозведення й ін.);

– *відтворення природних ресурсів* – це відновлення поновлюваних природних ресурсів з метою запобігання їх вичерпності;

– *охорона природи* – це сукупність (система) заходів, спрямованих на виключення чи пом'якшення шкідливого впливу на природне середовище відходів виробництва (і життєдіяльності людей), а також средовищезахисні й інші заходи (організація заповідників, національних парків, заказників, резерватів і ін.);

– *перетворення природи* – діяльність, спрямована на поліпшення властивостей природних комплексів для подальшого використання їх в інтересах суспільства (різні види меліорації).

Типи природокористування розрізняються за сферами господарства – *виробничий і невиробничий* тип природокористування.

Види природокористування встановлені:

1) *за характером ресурсів* – минерально-сировинне, водо-, земельно-, лісогосподарське, рекреаційне;

2) *за характером природокористування* – промислове, сільськогосподарське, будівельно-промислове, лісогосподарське, рекреаційне, транспортне й ін.;

3) *за рівнем організації господарства* – галузеве, міжгалузеве, інтегральне.

На сьогодні виділяють такі дві головні *тенденції у природокористуванні*:

– щодо *зниження ефективності природокористування;*

– щодо *природних меж природокористування.*

Обидва положення мають гіпотетичний характер. І хоча вони підкріплені численними фактичними спостереженнями і прикладами, усетаки треба пам'ятати, що в них відбита переважно сучасна ситуація у взаємодії суспільства і природи, екстраполювати яку на всю історію цивілізації й особливо в майбутнє можна лише з певними застереженнями.

Встановлено, що з плином історичного часу при одержанні з природних систем корисної продукції на її одиницю в середньому витрачається усе більше енергії. Збільшуються й енергетичні витрати на одну людину. Ця тенденція названа законом зниження енергетичної ефективності природокористування (М. Ф. Реймерс, 1990). Витрата енергії на одну людину (ккал/добу) у кам'яному віці була близько 4 тис., в аграрному суспільстві – 12 тис., в індустріальну епоху – 70 тис., а в сучасних високорозвинених країнах – до 230 – 250 тис. У найбільш загальному вигляді цей закон спочатку сформулював С. А. Подолинський – український економіст XIX століття.

Дуже цікавим є обґрунтування меж стійкості природи Землі в зв'язку зі зростаючим споживанням продукції біосфери і зростаючим порушенням біогеохімічного кругообігу вуглецю. Головною силою, що перетворює природне середовище, є діяльність живих організмів, які населяють нашу планету. Синтезуючи і розкладаючи органічні речовини, вони змінюють хімічний склад середовища в 10 тисяч разів швидше, ніж це роблять геологічні процеси - вулканічні викиди і відкладення речовин в осадових породах. Відповідно розрізняються за кількістю і запаси органічного (у біомасі і ґрунті) і неорганічного (у повітрі) вуглецю, що характеризує стан середовища. Це співвідношення природне, воно підтримується суворою збалансованістю синтезу і розкладання органічних речовин, майже повною замкнутістю біохімічного кругообігу. Це одна з умов нормального існування біосфери. Йому не заважають ні незначне розімкнення кругообігу речовини, ні великі тварини – споживачі продукції біосфери, оскільки вони забирають не більш одного відсотка цієї продукції.

Сучасне ж людство споживає на свої потреби 7–10 відсотків продукції біосфери, і відносна різниця між синтезом і розкладанням органічних речовин на суші виявляється порушеною в сотні разів більше, ніж у природному стані. Змінюється і співвідношення запасів вуглецю в атмосфері і на суші, оскільки частка споживання піднялася в результаті використання непоновлюваних ресурсів викопного палива. Таким чином, поки споживання людиною продукції біосфери не перевищує одного відсотка (разом з іншими великими тваринами), біосфера і навколишнє середовище зберігали стаціонарність. З підвищенням споживання до десяти відсотків вони почали змінюватися. При збереженні темпів промислового розвитку повне виснаження біосфери може відбутися вже в другій половині XXI сторіччя, а при припиненні росту – через кілька сотень років.

1.1. Екологічна проблема в історії людства та пошук шляхів її вирішення

Екологічна проблема починається в нашій історії. Найпростіший поділ історії взаємодії людства з природою укладається у два потужних стрибки, які збігаються:

– з епохою неоліту (виникнення головних видів господарської діяльності, спрямованих на культивування і перетворення природи) – за різними оцінками від 8 тис. до 12 тис. років тому;

– з початком XIX століття – науково-технічною революцією, або переходом до наукового регулювання впливу на природу.

Існує також періодизація, що ґрунтується на можливостях суспільства в подоланні спротиву сил природи. На *першому етапі* об'єктом праці є перетворена за допомогою власної енергії *природна речовина*, в результаті чого створюються знаряддя виробництва, які дозволяють людині частково подолати залежність від природи.

У міру розвитку і вдосконалення засобів виробництва кількість природної енергії людини стає недостатньою для її ефективного вживання і з'являється необхідність в штучних джерелах енергії. Тому на *другому етапі* зміст праці розширюється – людина перетворює за допомогою знарядь виробництва вже *енергію*. Подальший розвиток знарядь виробництва, забезпечених потужними джерелами енергії, зажадав збільшення швидкості обробки інформації. Внаслідок цього на *третьому етапі* до сфери людської діяльності залучається *інформація*, перетворена за допомогою комп'ютерів та комунікаційних засобів. Нарешті, *на четвертому етапі* знімаються всі обмеження у взаємодії з природою – необмежені можливості розвитку суспільства, що стримуються обмеженістю природних можливостей (ресурсів) біосфери, забезпечуються штучним регулюванням біосферної рівноваги і створенням екологічно безпечної техніки. По суті, четвертий етап розвитку суспільства відповідає переходу до ноосфери в розумінні В.І. Вернадського.

Тривалість першого етапу – від виготовлення простих знарядь праці до появи парової машини і електрогенератора – складає більше 99 % всієї історії людства. Тривалість другого етапу – близько 150 років: за цей період технічні можливості людства збільшилися в сотні разів, що визначило значно сильнішу дію на природу. Третій етап, початок якого збігся з науково-технічною революцією, зняв практично всі технічні і технологічні обмеження в господарській діяльності і ще більше загострив протиріччя між біологічним і соціальним єством людини: практично необмежене зростання потреб суспільства і можливостей розвитку виробництва вступили в конфлікт з обмеженістю ресурсів природного середовища. На

цьому етапі природокористування набуло несприятливого для біосфери, зокрема для людини, характеру. Тому зміст четвертого, майбутнього в історії людського суспільства етапу полягає в переході до розумного управління біосферою, тобто коригуванні характеру природокористування й утриманні його в найбільш оптимальному режимі за допомогою регулювання потреб соціуму[1].

Антропогенний вплив на навколишнє природне середовище почав різко зростати з розвитком промислового виробництва. На початку XX століття В. І. Вернадський, розробляючи вчення про біосферу і ноосферу й аналізуючи динаміку різних процесів в географічній оболонці, у тому числі і антропогенних, встановив, що людський чинник стає домінуючим. Період реальної дії людства на навколишнє середовище обчислюється першими сотнями тисяч років, що складає лише тисячні долі відсотка від тривалості всієї історії розвитку географічної оболонки. Але інтенсивність і масштаби антропогенної дії за цей короткий проміжок часу набагато збільшилися і стали порівнюватися з дією природних чинників. Отже, при збереженні прогресивної тенденції зростання інтенсивності впливу людської діяльності на географічну оболонку сила антропогенної дії значно перевершить інтенсивність дії природних чинників, і людина стане визначальною природоперетворюючою силою планетарного масштабу[2].

---

[1] Все вищевикладене можна узагальнити таким чином. На докапіталістичних стадіях розвитку людства у формуванні антропогенної дії на природу більше значення мала концентрація господарської діяльності в межах порівняно невеликих районів або регіонів. Внаслідок не дуже інтенсивної, але концентрованої дії людини на окремі локальні і регіональні екосистеми, вони протягом певного періоду часу проходили швидший і динамічніший шлях розвитку, адаптуючись до умов, що змінюються, і змінюючи свою зовнішність (зміни видового складу фауни і флори, інших елементів ландшафтів, обміну речовиною і енергією і так далі). Перебудова структури екосистем відповідно до характеру антропогенної дії забезпечувала найбільш стійкий в даних умовах стан. Подібна еволюція екосистем, відображала вплив як природних, так і антропогенних факторів, проте мала чітко виражений просторово-локальний і просторово-регіональний характер і не могла істотно вплинути на розвиток біосфери в цілому.

[2] Цей висновок підтверджується аналізом взаємодії соціуму і природи впродовж останніх 150 років. Нові технічні і технологічні можливості соціуму постійно розширювали масштаби й інтенсивність його впливу на природні екосистеми. До промислового виробництва залучалася вся більша кількість природної мінеральної та органічної речовини, зростала енергоємність технологічних процесів, збільшувався обсяг твердих, рідких і газоподібних відходів, чого антропогенний кругообіг речовини і енергії став набувати глобального характеру. З початком НТР технічні можливості людства в області дії на навколишнє середовище багато разів збільшувалися, взаємодія суспільства і природи почала якісно змінюватися і набувати дедалі суперечливішого характеру. У цьому процесі запанувала експансивна тенденція, що виросла з переконання, що людина – володар і завойовник природи, а не її частка, що підкоряється всім її законам. Тому природокористування мотивувалося інтересами однієї сторони – потребами суспільства. В результаті виниклої асиметрії

Сьогодні існують реальні побоювання, що географічна оболонка в цілому і окремі її просторові й структурні компоненти почали піддаватися потужній антропогенній дії з відповідними істотними змінами зовнішніх умов кожної геосистеми, що може привести до початку наступного катастрофічного періоду її розвитку, але вже з планетарними наслідками. Таким чином, всі зростаючі непомірні потреби і технічна могутність людства визначили домінуючу роль соціального чинника в розвитку біосфери. Настав період, коли людина почала визначати хід всіх процесів в географічній оболонці, людство стало реальною геологічною силою (за В. Вернадським). Ця дія, мотивована лише потребами суспільства, ігнорує основні закономірності розвитку природи і тому не здатна забезпечити гармонізацію стосунків суспільства і природи, але свідчить про те, що людство вже володіє необхідним науково-технічним потенціалом для оптимального або раціонального управління розвитком глобальної геосистеми.

Екологічні кризи в історії людства та причини їх виникнення. За М. Ф. Реймерсом (1990) в історії людства мали місце декілька екологічних криз і революцій, які, з одного боку, були викликані господарською діяльністю людства і, з іншого, стимулювали подальший прогрес соціуму. Кожна з цих криз супроводжувалося певними змінами локальних, регіональних і частково глобальних екосистем.

1. Приблизно 35–50 тис. років тому відбулася *перша в історії людства криза (збіднення ресурсів промислу і збиральництва)*, яка стимулювала біотехнічну революцію.

2. *Перша антропогенна екологічна криза (перевидобутку консументів*) відбулася на відрізку часу 10–50 тис. років, тому вона привела до *першої сільськогосподарської революції – переходу до відтворювального господарства.*

3. *Друга сільськогосподарська революція (широке освоєння неполивних земель)* сталася приблизно 2 тис. років тому і викликана кризою поливного землеробства.

4. 150–350 років тому відбулася *друга антропогенна екологічна криза (продуцентів)*, яка викликала промислову революцію.

5. Сучасна *глобальна криза (редуцентів)* із загрозою браку мінеральних ресурсів, що почалась 50–30 років тому, привела до *науково-технічної революції.*

природокористування й інтенсивності господарської діяльності людини, що постійно посилюється, природні і природно-техногенні системи почали дуже швидко виходити зі стану стійкої рівноваги. Вони вже не встигають адаптуватися до різко змінних зовнішніх умов і зростаючих антропогенних дій. Подолання між суспільством і навколишнім середовищем шляхом прискореної еволюції останнього стає неможливим через несумірності швидкості росту антропогенної складової зовнішніх умов і еволюції підсистем географічної оболонки, що призводить до катастрофічного розвитку деяких найбільш інертних екосистем: вони не встигають перебудовувати структуру, деградують і руйнуються.

6. Сучасна *термодинамична (теплова) криза*, яка повинна завершитися *енергетичною революцією*.

7. Найближчим часом прогнозуються глобальна *криза надійності екологічних систем і революція екологічного планування.*

В основі екологічних криз лежать фундаментальні закони розвитку матеріальних систем. Основна суперечність між живою і неживою природою виявляється як суперечність між синтезом і руйнуванням органічної речовини. Ці два процеси, основним змістом яких є біологічний кругообіг атомів, мають протилежний напрям, протікають одночасно і визначають кругообіг речовини й енергії в природі. При синтезі органічної речовини, головну роль в якому відіграє фотосинтез, утворюються складні молекулярні сполуки, що акумулюють велику кількість сонячної енергії. При цьому певна частка органічної речовини залучається до геологічних процесів і може тривалий час (від 10^2 до 10^8 років) зберігатися в земній корі, «консервуючи» сонячну енергію минулих геологічних епох (наприклад, родовища торфу, горючих сланців, кам'яного вугілля, нафти, природного газу, конденсату). При руйнуванні органіки за участю гетеротрофів складні сполуки розкладаються до простих початкових мінеральних речовин з виділенням накопиченої у минулому енергії, яка частково використовується для зростання гетеротрофів, частково перетворюється на енергію геохімічних процесів і повертається в природу, перетворюючи її[3]. Наявність цих двох форм існування мінеральної речовини дозволяє розглядати два типи кругообігів:

– *геологічний (або великий)* кругообіг (поза біосферою);

– *біологічний (або малий)* кругообіг (за участю живих організмів).

Основне протиріччя біосфери також зводиться до протиріччя між синтезом і руйнуванням органічної речовини, але головним тут є не баланс мінеральної речовини в різних формах, а рівновага між кількістю синтезованих і руйнованих органічних сполук.

Початок дії «геологічної сили». На відміну від інших представників тваринного світу людина принципово інакше взаємодіє з природою – не пристосовується до неї, а використовуючи знаряддя праці, перетворює її

[3] Так, сонячна енергія, починаючи з моменту її первинного засвоєння біосферою в процесі фотосинтезу, зазнає науки перетворень (через трофічні ланцюги або геологічні процеси) і виконує в географічній оболонці роботу. При цьому вся мінеральна речовина здійснює кругообіги, переходячи періодично з мінеральної форми в органічну, і навпаки. Так, в живій речовині знаходиться 10^{12}–10^{13} тонн Са, а в літосфері – $7x10^{17}$ тонн. Азотні сполуки майже повністю знаходяться в тілах живих організмів. Біосфера протягом року переміщає масу газів, яка у декілька разів перевищує масу всієї атмосфери. За 13 років через живі організми проходить вуглецю в 10 разів більше, ніж його міститься в літосфері. Енергія Сонця, перетворена за допомогою фотосинтезу на енергію зв'язку органічних сполук, складає близько 10^{18} Дж, а енергія геологічних процесів – близько 10^{24} Дж.

«для своїх потреб». При цьому частка мінеральної та органічної речовини залучається до нового кругообігу – *антропогенного*. За масштабами в даний час він зіставний з геологічним і біологічним кругообігами, але за інтенсивністю вже перевершує їх. Основними особливостями антропогенного кругообігу речовини є наступні.

1. Людство синтезує нові сполуки, що раніше не мали місця в природі, і тому в більшості випадків не піддаються природному руйнуванню за участю гетеротрофних організмів, що призводить до порушення кругообігу енергії в географічній оболонці і зміщення рівноваги (посилення процесу синтезу) в головній діалектичній суперечності між живою і неживою природою.

2. Швидкість антропогенних (інтегральних технологічних) процесів значно вище за швидкість природних процесів і має тенденцію до постійного прогресивного зростання. Це обумовлено постійно зростаючими технічними можливостями дії на природні об'єкти. Нові засоби виробництва виявляються все більш продуктивними, потужними, тими, що розширюють масштаби і підсилюють інтенсивність антрепогенної дії[4]. Необхідно відзначити, що людство за останні 100 років прогресивно виробляло і використовувало електроенергію. Враховуючи, що частка теплових електростанцій у виробленні електроенергії залишається досить високою, можна вважати, що цей чинник досить чітко відбиває теплове, механічне (частинки диму, зола) і хімічне (діоксид вуглецю, метали й інші полютанти) забруднення атмосфери, ґрунтів і гідросфери.

3. Антропогенний кругообіг формується стихійно, неврегульовано, розімкнений в багатьох ланках і незбалансований. Враховуючи постійне зростання масштабів антропогенного кругообігу, можна чекати, що його внесок у загальний кругообіг речовини та енергії в географічній оболонці постійно зростатиме, а його нерегулярність стане могутнім дестабілізую-

[4] Наприклад, за даними Г. А. Бачинського і ін. (1995), за 80-ті роки XX століття з надр видобуто більше мінеральних речовин, ніж за всю попередню історію цивілізації. Кожні 15 років об'єм видобутку корисних копалин подвоюється. На початок 60-х років XX століття на поверхні Землі накопичено 861 млрд тонн техногенних відкладень (відходи виробництва, відвали, будівельне сміття і так далі), причому за подальші три десятиліття цей об'єм збільшився втричі і досяг 2500 млрд тонн. Для порівняння необхідно відзначити, що природні процеси осадконакопичення (діяльність поверхневих поточних вод) характеризуються величинами близько 13 млрд тонн в рік. Таким чином, у другій половині XX століття антропогенне осадконакопичення перевищило природне в 4 рази. За тими ж даними щорічні антропогенні викиди в атмосферу аерозолів і двоокису сірки досягли рівня природних викидів, а оксидів азоту і вуглеводневих – всього на 2–3 нижче природних. Щороку в атмосферу викидається близько 20 млрд тонн оксиду вуглецю, що утворилися в результаті спалювання різних видів палива. На початок 80-х років XX століття в найбільш розвинених країнах світу кількість твердих побутових відходів досягла 300–600 кг на душу населення, в СРСР щорічне зростання цього показника досягло 3 %. При цьому більше половини побутових відходів складає пакувальна тара з синтетичних матеріалів, що не піддаються природному процесу розкладання за участю гетеротрофних організмів.

чим чинником, що порушує сталу впродовж всієї історії розвитку географічної оболонки рівновагу і природні ланцюги геологічного і біологічного кругообігів.

4. Одним із чинників, що визначає інтенсивність і спрямованість антропогенного кругообігу речовини та енергії, є господарська й інженерна діяльність людини у верхній частині літосфери і на денній поверхні планети. Гетерогенний геосферний технолітоморфологічний процес виявляється в наступному:

– трансформація природних форм рельєфу, що веде до зміни його енергії;

– створення штучних форм рельєфу, що також змінюють його енергію;

– будівництво інженерних споруд, що викликають напружений стан інженерно-геологічних масивів і енергії рельєфу, взаємодії з природним середовищем і т. д.;

– перетворення мінеральної речовини при технічній меліорації ґрунтів, створенні штучних фундаментів і т. д.;

– синтез нових матеріалів, що складають або покривають морфоб'єкти;

– виробництво різних механічних пристроїв – специфічних рухливонерухомих морфооб'єктів.

Початок усвідомлення людством своєї геологічної сили. Розглянуті вище структура, напрямки і, найголовніше, небезпека сучасного природокористування не могли бути не поміченою світовою спільнотою і окремими її найбільш прогресивними представниками. Ще в останній чверті XX століття почалася активна робота, спрямована на якнайглибше усвідомлення й упередження прийдешньої глобальної екологічної кризи. Ця робота триває і досі, але головним її результатом стала розроблена впродовж 70-х – 80-х років і представлена в 1992 році в Ріо-де-Жанейро *концепція сталого розвитку*, яка, поступово перетворившись на *стратегію,* на тривалий час стала дороговказом для більшості країн у питаннях вирішення глобальної екологічної проблеми. На жаль, через 20 років після її прийняття на Всесвітньому Саміті Землі (Ріо+20) ця концепція виявила ознаки тупиковості і методологічної некоректності, підтвердженням чого є дедалі зростаюча інтенсивність і від'ємність природокористування. Детальному науковому аналізу концепції сталого розвитку будуть присвячені наступні розділи пропонованого навчального посібника, проте дана концепція заслуговує на увагу ще і тому, що стала взірцем вирішення спільної проблеми силами багатьох країн, а отже, підкреслила транскордонність глобальної екологічної проблеми і, на глибоке переконання авторів, стала першим важливим кроком до формування ноосферного світогляду.

1.1.1. Сталий розвиток, сучасна глобалістика та прогнози стану довкілля

Головні тенденції взаємодії природи і суспільства. Пошук стратегії сталого розвитку останніми десятиріччями відбувався на тлі загальновідомих світових тенденцій у взаємодії природи і суспільства. За даними WWI (Інститут спостереження за станом Світу) майбутнє цивілізації формують наступні тенденції: *зростання чисельності населення, підвищення температури, падіння рівня ґрунтових вод, скорочення посівних площ на душу населення, занепад рибальства, зменшення площ лісів, втрата рослинних і тваринних видів.*

Перша тенденція – передбачуване зростання населення впродовж наступного півстоліття може більш безпосередньо вплинути на розвиток економіки, ніж будь-яка інша тенденція, поглиблюючи майже всі інші екологічні і соціальні проблеми. Між 1950 та 2000 роками населення світу збільшилося на 3,6 млрд до 6,1 млрд, а сьогодні вже становить 7 млрд людей. І хоч народжуваність навіть скоротилася у більшості країн, останні прогнози показують, що населення має зрости до 2050 року на 2,8 млрд і складе 8,9 млрд. Хоча попередній приріст населення відбувався як в індустріальних країнах, так і в країнах, що розвиваються, майже увесь наступний приріст буде у «третьому світі», де згідно з багатьма екологічними показниками країни вже перенаселені.

Чисельність населення планети продовжує зростати, а природні екосистеми Землі не ростуть. Кількість прісної води, що виробляється гідрологічним циклом, нині по суті така сама, як була у 1950 році й, мабуть, буде в 2050-му. Так само незмінним є вилов океанської риби, обсяг заготівлі лісів, продуктивність природних пасовищ, які можуть стало підтримуватися тривалий час. Коли населення зростає, скорочення забезпечення кожним з цих ресурсів на душу населення загрожує не лише якості життя, але за певних обставин навіть і самому життю.

Друга тенденція, яка також є глобальною, – це підвищення середньої температури земної поверхні, спричинене збільшенням концентрації оксидів вуглецю (CO) в повітрі. Коли два століття тому почалася промислова революція, вміст CO, був оцінений у 280 частин на мільйон. У 1959 році, коли почалися регулярні вимірювання за допомогою новітніх інструментів, рівень CO був 316, приріст – 13 % за два століття. У 1998 році він сягнув 367 частин на мільйон, збільшившись на 17 % всього за 39 років. Оскільки диоксид вуглецю є газом, який спричиняє парниковий ефект, це зростання помітно вплинуло на середню температуру Землі, яка також зросла. Так, якщо у 1969–71 роках вона була 13,99 ^{o}C. А у 1996–1998 роках – 14,43 ^{o}C, підвищившись на 0,44 ^{o}C.

Якщо за прогнозами, впродовж наступного століття концентрація подвоїться проти доіндустріального рівня, то глобальна температура має

зрости щонайменше на 1°С, а можливо – на 4 °С. Одночасно прогнозується зростання рівня світового океану до 2100 року мінімум на 17 см і максимум 1 м. Це змінить кожну екосистему на Землі. Коралові рифи вже пошкоджено майже в усьому світовому океані, включно з багатим скупченням рифів на просторах східної частини Тихого океану та в Індійському океані.

Незначне підвищення температур в останні десятиліття призводить до танення шапок полярної криги й льодовиків. Крижаний покрив зменшується в Арктиці, Антарктиці, на Алясці, в Гренландії, Альпах, Андахі на Памірсько-Тібетській височині.

Третя тенденція – одна з найменш помітних – це падіння рівня ґрунтових вод. Хоч проблеми зрошення, такі як підтоплення, засолення і замулення, відомі вже кілька тисяч років, виснаження підземних вод – нове явище, що виникло переважно в останні півстоліття. У Китаї, Індії, Північній Африці, Саудівській Аравії й США видобуток води щорічно перевищує дебет на 160 млрд тонн. Оскільки на вирощування 1 тонни зерна потрібно приблизно 1000 тонн води, то це еквівалентно 160 млн тонн зерна, або половині врожаю зернових у США. В термінах споживання це означає, що забезпечення продовольством 480 млн людей з 6 млрд (а сьогодні вже 7 млрд) населення Землі залежить від несталого використання води. Найбільша нестача води – в Індії й Китаї. У Китаї зростання економіки вчетверо з 1980 року збільшило використання води.

Скорочення посівних площ на душу населення так само ускладнить належне забезпечення прогнозованого зростаючого населення. З середини XX ст. світова площа посівів зернових на душу населення зменшилась удвічі, з 0,24 гектара (га) до 0,12 га. Серед найбільш населених країн, де ця тенденція загрожує майбутній продовольчій безпеці, – Ефіопія, Нігерія, Пакистан (усі є країнами зі слабкими програмами планування сім'ї).

Людство також залежить значною мірою від океанських харчових продуктів, зокрема тваринних білків. З 1950 до початку 2000-х років вилов риби в океані зріс з 19 млн тонн до понад 90 млн тонн. Це п'ятиразове зростання від середини століття привело вилов риби в більшій частині рибних місць в океані до межі їх природних можливостей або навіть понад цю межу.

Потреби людства перевищили також можливості лісів. За останні півстоліття світова площа лісів істотно скоротилася і найбільших втрат зазнали країни, що розвиваються. Передбачається скорочення площі лісів на душу населення з теперішніх 0,56 до 0,38 га у 2050 році.

Значною мірою «незворотною» є *четверта тенденція*, яка найбільше впливатиме на перспективи людства – це прискорене знищення рослинних і тваринних видів. Відсоток видів птахів, ссавців і риб, уразливих сьогодні або таких, що знаходяться під безпосередньою загрозою вимирання, вже

вимірюється двозначними цифрами: 11 % з 8615 існуючих у світі видів птахів, 25 % з 4355 видів ссавців і приблизно 34 % від усіх видів риб. Головною причиною втрат видів є руйнація середовища їх проживання, але і зміна цього середовища через підвищений температури чи через забруднення теж може викликати вимирання видів.

Уявлення про поріг сталості. Поріг – термін, який широко вживається в екології стосовно сталої продуктивності природних систем і означає межу, яка, якщо її переступити, може принести швидкі й часто непередбачувані зміни. Головні виклики, що постали перед глобальною цивілізацією на початку нового тисячоліття, – це стабілізація клімату і чисельності населення. Якщо не вдасться стабілізувати клімат та забезпечити стабільність населення, то будь-яка екосистема на Землі наражається на небезпеку повного знищення.

Збереження стабільності клімату означає перехід від енергетики, що базується на викопному паливі (вуглеводнях), до альтернативних джерел енергії. Ядерна енергія, що колись вважалася альтернативою викопним видам палива, програла на кількох фронтах. Впродовж кількох наступних років очікується, що закриття застарілих атомних станцій перевищить введення в експлуатацію нових, які ще будуються, тим самим буде розпочато етап повного припинення використання атомної енергетики.

У стабілізації клімату й населення важливо зайняти принципову позицію. Наприклад, Данія просто заборонила будівництво вугільних електростанцій. Тимчасом вона ухвалила кілька економічних стимулів для інвестування у вітроенергетику, що забезпечило створення найбільшої у світі промисловості з виробництва вітротурбін. Як наслідок, у 1998 році вітротурбіни датської конструкції склали половину всіх встановлених у світі вітряків. Хоча її навряд чи можна назвати провідною промисловою державою, Данія вже захопила чільну позицію у цій новій, швидко зростаючій галузі. Насправді, різке прискорення зростання вітроенергетики залежить від перебудови податкової системи шляхом зниження податків на доходи та зарплати з одночасним підвищенням податків на екологічно руйнівну діяльність, таку як викиди вуглекислого газу при спалюванні викопного палива[5].

Ключем до *стабілізації світового населення* є формулювання національними урядами стратегії гуманного регулювання кількості населення, а не очікування, поки втрутиться природа з її негуманними методами, як це відбувається в Африці (ВІЛ/СНІД), починаючи з кінця 70-х років, і в нас в Україні, до ВІЛ/СНІД додається ще туберкульоз. Як тільки ці стратегії буде розроблено, в інтересах міжнародної спільноти буде підтримка таких

[5] В кінці 1998 року новий коаліційний уряд Німеччини оголосив про початок масової перебудови податкової системи, яка одночасно зменшить податки на зарплату і збільшить податки на використання енергії. Творці нової податкової структури обґрунтували її передусім економічними підставами, здебільшого створенням додаткових робочих місць. Це також допоможе зменшити викиди оксидів вуглецю.

стабілізаційних зусиль. У двох країнах, що приборкали поширення ВІЛ після того, як воно набрало розмірів епідемії, – в Уганді і Таїланді – боротьбу очолювали глави держав. У кожній з країн, що розвиваються, де зростання населення значно уповільнилося, програми планування родини підтримуються державою. Так само в тих, де вдалося стримати епідемію ВІЛ.

Початок пошуку шляхів запобігання екологічній катастрофі поклали доповіді Римському клубу, який є міжнародною, неприбутковою, неурядовою організацією, що об'єднує науковців, економістів, бізнесменів, чільних службовців міжнародних організацій, колишніх голів держав та урядів з усіх п'яти континентів, які переймаються актуальними проблемами людства (політичними, економічними, соціальними, екологічними, технологічними і культурними) та їх аналізом і прогнозуванням в контексті «світової проблематики» *(«world problematique»)*.

Римський клуб був заснований в 1968 році за ініціативою видатного італійського економіста і підприємця – *доктора Ауреліо Печчеі*. Римський клуб формувався як незалежна експертна група для оцінки довгострокових наслідків існуючих проблем та перспектив розвитку людства, а також інтелектуального сприяння діяльності міжнародних організацій і національних урядів. Від початку до нього увійшло близько 30 експертів світового рівня, що представляли 10 країн.

Станом на середину 2007 року Римський клуб налічував 79 дійсних членів з 35 країн, а також 36 асоційованих членів (в тому числі один громадянин України – *Віктор Вовк*). Крім того, до складу Римського клубу входить *Богдан Гаврилишин* – український економіст з діаспори.

Римський клуб також має почесних членів, серед яких є чимало видатних державних, політичних і громадських діячів, бізнесменів і науковців. Зокрема, це король Іспанії *Хуан Карлос I і королева Софія*, королева Нідерландів *Беатріче*, колишні президенти: СРСР – *Михайло Горбачов*, Чехії – *Вацлав Гавел*, Німеччини – *Ріхард фон Вайцзекер*, Південної Африки – *Фредерік де Клерк*, Фінляндії – *Мауно Койвісто*; колишній голова Комісії Європейського Союзу *Жак Делор* і генеральний директор ЮНЕСКО *Коіширо Мацуура*, колишні прем'єр-міністри низки країн; представники бізнесових кіл та наукового співтовариства (в тому числі президент Національної академії наук України *Борис Патон*).

Крім того, Римський клуб має афілійовані до нього національні асоціації, що нині діють у 28 країнах світу з метою популяризації ідей клубу та їхньої адаптації й розвитку на національному рівні у відповідь на виклики доби глобалізації. Національні асоціації також покликані робити свій внесок в глобальні дослідження Римського клубу. В Україні діє Українська асоціація Римського клубу.

Римський клуб у своїй діяльності дотримується трьох засадничих принципів:

– *глобальний погляд* на комплексні, масштабні світові проблеми, що відображає дедалі зростаючу взаємозалежність країн у межах єдиної планетарної системи;

– *міждисциплінарний («холістичний») підхід* та розгляд сукупності актуальних проблем - політичних, економічних, соціальних, екологічних, технологічних, культурних і соціо-психологічних - в їхній взаємодії як частин єдиного цілого;

– *розгляд довгострокових наслідків* нинішніх проблем, а також політичних рішень і практичних заходів, що знаходяться в арсеналі сучасної політики, - підхід, який не завжди можуть собі дозволити уряди, що зазвичай реагують переважно на поточні потреби слабо поінформованих виборців.

«Людські якості» як програма діяльності Римського клубу. Свого часу увагу вчених і громадськості всього світу привернула робота 1-го президента Римського клубу А. Печчеї *«Людські якості» (1977)*. Вона мала програмний характер. А. Печчеї сформулював видатні ідеї стосовно майбутнього існування людства, якщо спосіб його існування радикально зміниться. Розглядаючи витоки і причини глобальних проблем, у тому числі й екологічної кризи, А. Печчеї вважав, що вони знаходяться не поза людиною, а саме всередені її. Проблеми виникають тому, що люди в процесі соціального розвитку не встигають адаптувати свою культуру до тих змін, які самі ж вносять в цей світ. Отже, за висновками дослідника, розв'язання екологічних проблем потребує передусім змін самої людини, її власної сутності. Міркуючи таким чином, А. Печчеї пропонує відповідний проект практичних дій, які націлені на подолання глобальних проблем. Він адресує його видатним вченим, політичним діячам, широкій громадськості. Головна думка дослідника полягає в тому, що для розв'язання глобальних проблем світове суспільство має згуртуватися. Потрібна інтеграція навіть попри відмінність класових, національних чи групових інтересів.

Програма А. Печчеї націлює людство на реалізацію 6-ти провідних цілей:

– перша визначається дослідником як *«зовнішні межі»*. Вона орієнтує на бережливе ставлення до природи, її ресурсів, життєвого потенціалу;

– друга – *«внутрішні межі»*. Вона звертає увагу на важливість врахування такого важливого фактору, як внутрішні можливості людини. Дійсно, як підкреслює А. Печчеї, не можна безкінечно експлуатувати її властивості до пристосування. З цього випливає, що науково-технологічна діяльність і соціополітичні зміни мають відбуватися таким чином, щоб не піддавати людину новим напругам і стресам;

– третя мета в програмі А. Печчеї визначається як *«культурна спадщина»*. Вона формує соціальну установку на перетворення загально-

культурних надбань на визначальний орієнтир прогресу і самовизначення людства. Культурна самовизначеність, на думку дослідника, є принипом нового світового економічного порядку, суттєвою орієнтацією стратегії розвитку людства. Водночас, як наголошує А. Печчеї, треба рятувати цінності культури від руйнування. Це принципово важливо для можливості подальшого існування людства, оскільки саме культура є світом людської традиції. Зберігаючи культурну традицію, людство отримує шанс на майбутнє;

– четверта ціль – *«світове співтовариство»*. Вона має спрацювати для об'єднання міжнародних зусиль для вирішення глобальних проблем сучасності. Для цього А. Печчеї пропонує створити центри, що скоординують прийняття розумних виважених рішень на всіх рівнях людської організації – від локального до глобального;

– п'ята ціль названа *«людське житло»*. На думку дослідника, важливе значення для розв'язання глобальних проблем має оптимальне розселення людей на планеті. Для цього потрібно створити всезагальний план, який би передбачав заходи національного і регіонального масштабу;

– шоста ціль визначена як *«виробнича система»* й орієнтує на створення оптимальної, розумної, єдиної в масштабах цивілізації економічної і фінансової систем, єдиної системи ресурсозабезпечення і зберігання, розміщення виробництва.

Визначивши ці 6 глобальних цілей людства, А. Печчеї зауважує, що головним для їх здійснення і для процвітання людства в майбутньому є відродження людського духу. Без цього людство може прямувати лише до власного знищення.

Проаналізувавши науково-аналітичну і суспільну діяльність Римського клубу, можна дійти висновку, що творчість членів клубу суттєвим чином вплинула на світову суспільну думку й оцінку «стану справ» в планетарному масштабі. Діяльність Римського клубу сформувала певну межу між попереднім (до ідей членів клубу) і подальшим (починаючи з доповідей Римського клубу) розумінням взаємин людини і природи. Стало очевидним, що настав такий момент в існуванні техногенної цивілізації, коли в прогнозах соціоекономічного і культурного розвитку людства треба виходити не з абстрактно безмежних можливостей людини, а зі стану природного середовища.

Саме завдяки творчості Римського клубу екологічні проблеми набули величезного міжнародного суспільного резонансу. Доповіді членів клубу заклали теоретичні й світоглядні основи формування екологічної свідомості як планетарного явища.

«Межі зростання» як основа концепції сталого розвитку. Публікація в 1972 році першої, найвідомішої доповіді Римського клубу *Limits to Growth* («Межі зростання») щодо довгострокових наслідків глобальної тенденції зростання населення планети, промислового і сільськогосподар-

ського виробництва, споживання природних ресурсів та забруднення довкілля мала великий суспільно-політичний резонанс у світі й заклала основу сучасної «концепції сталого розвитку». Доповідь була перекладена більш ніж 30 мовами і видана загальним накладом понад 12 млн примірників.

За майже 40 років своєї діяльності Римський клуб підготував 33 доповіді з широкого кола питань в контексті світової проблематики та майбутнього людства. Останньою на сьогодні доповіддю Римського клубу є видана у 2005 році книга *Limits to Privatization* («Межі приватизації»).

Вперше членами Римського клубу була запропонована методологія оцінювання можливостей природи не взагалі, не просто з точки зору потреб розвитку суспільства, а з позиції врахування можливостей природи витримати антропогенний тиск, який у XX ст. страшенно зріс.

Члени Римського клубу наголосили на існуванні реальних екологічних меж в науково-технологчному розвитку людства. Вони дійшли висновку, що глобальність екологічних проблем потребує для їх розв'язання колективних зусиль людства, об'єднання держав і народів.

Втім, як вважали члени Римського лубу, безпосередньо людством ніхто не займається, бо домінують класові, національні, державні інтереси. Доля ж людства залишається без конкретного носія, ніхто не відповідає за стан справ в світі. Тому саме цю функцію – відповідати за стан справ у світі – взяв на себе Римський клуб. У відповідності з програмою діяльності було поставлено 2 цілі:

- По-перше, сприяти швидшому і глибшому пізнанню труднощів розвитку людства.
- По-друге, використати всі наявні знання для стимуляції формування нових відносин, політичних орієнтацій, що сприяли б покращенню ситуації.

Результати своїх досліджень і рекомендації щодо розумних і не обхідних дій людства члени Римського клубу представляли у формі доповідей. Перша доповідь Римському клубу була підготовлена професорами з США Д. Медоузом і Дж. Форрестером у вигляді математичної моделі розвитку світової ситуації на засадах врахування таких взаємозалежних змін, як капіталовкладення, використання ресурсів, забруднення середовища, виробництво продуктів споживання. Доповідь і особливо її висновки викликали світову сенсацію.

Так, за оцінками групи Д.Форрестера, кам'яного вугілля мало вистачити на 110 років, хрому – на 96, нафти – на 36, природного газу – на 24. Таких же висновків дійшли в 1976 р. експерти ЮНЕСКО. Саме з цього часу такі вичерпні копалини, як мідь, олово, срібло, отримали позначку «стратегічні» і стали предметом особливої уваги розвинених країн в країнах «третього світу».

За висновком авторів доповіді, за умови збереження існуючих тенденцій науково-технічного прогресу, неконтрольованих демографічних процесів, забруднення середовища на людство в першій половині XXI ст. чекає глобальна катастрофа. Висновок викликав шок і розгубленість у одних, недовіру – в інших.

Як шлях запобігання глобальній екологічній катастрофі Д. Медоуз і Дж. Форрестер запропонували ідеї, що стали основою концепції встановлення глобальної рівноваги між природою і людством. Такого стану можна досягнути, якщо не нарощувати виробництво і звести приріст народонаселення до нуля. Ця концепція отримала назву *концепції нульового приросту*. Отже, концептуальні засади уявлень Римського клубу орієнтують на певні соціоекономічні зміни в існуванні людства, що дозволило б зберегти природу такою, якою вона є. Згодом члени Римського клубу представили ґрунтовні і яскраві доповіді, які підсумовували дослідження в галузі глобальних проблем людства і прпопонували шляхи виходу з кризового становища, в якому воно опинилося. Це доповідь М. Месаровича (США) та Е. Пестеля (Німеччина) *«Людство на поворотному рубежі»*, Е. Ласло (США) *«Цілі людства»*, Б. Гаврилишина (США) *«Путівники в майбутнє: до більш ефективних суспільств»* та ін.

Дослідження груп Д. Медоуза і Дж. Форрестера, розробки математичних моделей динаміки глобального розвитку вплинули на розвиток подібних досліджень в інших регіонах світу. Так, в Радянському Союзі глибоке вивчення глобальних проблем здійснювалось під керівництвом проф. *Д. Гвішиані*. Проте через методологічні прорахунки програми «нульового росту» вона виявилась нездійсненою. Це пов'язано з певними важливими особливостями суспільного розвитку.

По-перше, очевидно, що *розвиток людства пов'язаний з нарощуванням продуктивних сил і приростом виробництва, яке неможливе без використання усе нових, додаткових ресурсів планети.*

По-друге, рівень розвитку країн світу є вкрай нерівномірним, а *розв'язання екологічних проблем потребує досить високого технологічного рівня розвитку і вирішення хоча б елементарних проблем повсякденного життя людей. А отже, щоб не впливати деструктивним чином на біосферу, потрібно не те що не нарощувати виробництво, а взагалі його скорочувати, бо існуючий стан викликає досить серйозне руйнування екосистем і загрожує існуванню біосфери.* Втім, зрозуміло, що таке скорочення суттєво знизило б рівень добробуту людства.

«Стан світу» як узагальнена система глобального моніторингу. Крім доповідей Римському клубу, основу концепції сталого розвитку утворила наукова парадигма, розроблена під керівництвом *Лестера Брауна* в Інституті всесвітніх спостережень (Вашингтон, США), який втілив у життя низку проектів *«Стан світу»*. Міжнародна комісія ООН з нав-

колишнього середовища і розвитку використала цю глобальну концепцію для підготовки доповіді *«Наше спільне майбутнє» (1987 р.)*. Генеральна Асамблея ООН прийняла спеціальну резолюцію *«Екологічна перспектива до 2000 року і надалі» (1987 р.)*, згідно з якою сталий розвиток повинен стати керівним принципом діяльності ООН, урядів і приватних підприємств, організацій та установ.

Визнаючи висновок про існування планетарних меж економічного зростання, представники школи Лестера Брауна заявили про *неефективність і недорозвиненість традиційного людського суспільства як причину і наслідок надмірного демографічного зростання.* Критичний поріг сталого зростання світового суспільства вже пройдений, тому що людство споживає значно більше ресурсів, ніж дозволяють закони стабільного функціонування глобальних екосистем. Необхідно, як вважають прибічники цієї теорії, зупинити глобальний демографічний вибух в країнах, що розвиваються, і піддати критиці концепції економічного зростання західного типу[6].

Глобальні проблеми людства. Насправді, *глобальність* будь-якої проблеми визначається не стільки її роллю в житті тієї частини населення, яка реально від неї постраждала, скільки значенням цієї проблеми для долі всіх народів планети. Сьогодні *наукова класифікації глобальних проблем* така:

1) універсальні проблеми політичного і соціально-економічного характеру;

2) проблеми переважно природно-економічного характеру;

3) проблеми переважно соціального характеру;

4) проблеми екологічного характеру;

5) проблеми інформаційного характеру;

6) проблеми технологічного характеру;

7) проблеми науково-інтелектуального характеру;

8) проблеми змішаного характеру.

До розряду найбільш пріоритетних глобальних проблем людства, які мають особливо великий перспективний або навіть вічний характер, належить *глобальна проблема сталого розвитку світу*, який визначається сьогодні і в майбутньому не стільки економічним зростанням держав і країн

[6] Дещо однобічний екологічний ухил цього напряму призводить до його відомої обмеженості. Разом із тим приваблює запропонована поступовість, поетапність, еволюційність змін. Головною метою програми сталого розвитку її ініціатори вважають у пошуках нових шляхів, які б забезпечили прогрес людства не тільки в елітарних регіонах і в короткі періоди (цикли), а на всьому глобальному просторі і на довгу перспективу. Ця школа глобалістики може вважатись передвісницею еколого-економічної школи, яка виникла вже в 90-ті роки і яка прагне довести можливість поєднання екологічних і економічних інтересів у процесах глобального розвитку. В Україні сьогодні цей напрям є актуальним, він підтримується в дослідженнях вітчизняних вчених.

та забезпеченням розширеного відтворення в його традиційних вартісній і натурально-фізичній формах, скільки соціально-економічним прогресом людства, забезпеченням розширеного відтворення інтелектуальних ресурсів та інтелектуального потенціалу, а також зростанням якості і конкурентоспроможності розвитку, якості людського життя, розвитку людини як найвищої соціальної цінності. При цьому розуміється і покращення глобального навколишнього середовища.

Ще одна особливо пріоритетна універсальна глобальна проблема – це *проблема підвищення рівня суспільної організованості і керованості* світовим співтовариством і його розвитком. У сучасній глобалістиці цю проблему називають глобальним управлінням (*Global Governance*). Людство повинно знайти ефективну форму глобального управління, що має забезпечити синхронізований, справедливий розвиток для всіх націй і країн, а не лише для країн «золотого мільярда».

До наступної групи глобальних проблем сучасна глобалістика відносить такі проблеми природно-економічного характеру, як *енергетикна, продовольча, екологічна, сировинна, Світового океану, ресурсна, інформаційна, технологічна*. Багато дослідників-глобалістів схильні ставити на перше місце в цій групі проблем саме *глобальну екологічну проблему*, виходячи з безперспективності продовження «технократичного» розвитку суспільства і його загроз.

Відповідно до зазначеної класифікації до третьої групи глобальних проблем відносять *проблему соціального характеру*, яку справедливо називають «глобальною соціальною бомбою», закладеною під майбутнє людства. Сюди входять глобальна *демографічна проблема, проблеми боротьби цивілізацій, релігій, міжнаціональних відносин, демократії, духовності, культури, захисту здоров'я, організованої злочинності, корупції, безробіття і зубожіння людей світу.* Традиційно глобалістика найбільшу увагу приділяє демографічній проблемі в аспекті перенаселення планети. Але сьогодні, коли Китай (понад 1,3 млрд чоловік населення) та Індія (понад 1,1 млрд чоловік населення) поступово виходять у лідери світового розвитку і демонструють здатність вирішувати продовольчі проблеми і проблеми розвитку, на перший план виходять глобальні проблеми соціальної якості життя – освіта, здоров'я, безпека людини, боротьба з організованою злочинністю, з тіньовою економікою, можливості розвитку народного підприємництва.

Необхідність глобального моделювання. На перших етапах проблеми глобального управління мали наївний характер, тому що ідея «світового уряду» виставлялась як альтернатива національним урядам. Дослідники цього напряму шукали «центральну направляючу систему» зверху – через глобальні та міжнародні організації, такі як ООН, ОЄСР, МВФ, СБ та інші. Проте сьогодні глобальна корпоратизація є важливою і органічною

складовою глобалізації світу. Сучасні глобальні корпоративні комунікації стали настільки інтенсивними, що вони є реальною основою майбутнього глобального корпоративного менеджменту, а через нього і глобального світового менеджменту (Global Governance).

Сучасні проблеми глобального управління нерозривно пов'язані з інформаційною глобалізацією, в тому числі з глобальними масовими комунікаціями. Цей зв'язок є настільки тісним, що багато дослідників пропонують інтегрований комунікативно-управлінський підхід в глобалістиці (*З.Бжезінський, К. Боулдинг, Т. Дракер, Б. де Жувенель, М. Месарович, Е. Пестель* та інші). Після всього позитивного і негативного досвіду сьогодні знову дуже актуальними проблемами глобалістики стали проблеми глобального моделювання і прогнозування.

Глобальне моделювання до кінця минулого століття стало реальною практикою і механізмом, через які досліджуються варіанти «поведінки» глобальних систем. Відомо, що витоки глобального моделювання відносяться до таких проектів, як *«Світ-1», «Світ-2» або «Світова динаміка» Д. Форрестера (1971) і «Світ-3» або «Межі зростання» Д. Медоуза (1972).* Такі або подібні моделі розроблялись і в колишньому СРСР. В 70–80-х роках з'явились так звані соціалізовані глобальні моделі поліпроблемного типу, які вимагали розв'язання величезного кола методологічних проблем. Серед них моделі *М. Месаровича і Е. Пестеля «Людство біля поворотного пункту» або «Стратегія виживання: органічне зростання» (1974), Е. Ерера «Латиноамериканська модель світу» (1974), Я. Кайя «Новий погляд на розвиток» або «Японія в світі, що розвивається» (1974), Д. Тинбергена «Оновлення міжнародного порядку» (1976), Е. Ласло «Цілі для людства» (1977), Б. Гаврилишина «Дороговкази в майбутнє» (1989).* В основному це були доповіді Римському клубу. В 1995 році була опублікована доповідь Римському клубу і вітчизняними авторами *(О. Білорус, О. Скаленко) «Інформаційна основа глобального розвитку».*

«Limits to Growth» – приклад глобального моделювання. Відома перша доповідь Римського клубу, опублікована в 1972 році. Доповідь була перекладена більш ніж 30 мовами і видана загальним накладом понад 12 млн примірників[7]. Перша доповідь Римського клубу досягла своєї

[7] У 1970–71 рр. міжнародна група дослідників Масачусетського технологічного інституту (США) на чолі з молодим вченим *Денісом Медоузом* на замовлення Римського клубу здійснила дослідження довгострокових наслідків глобальної тенденції зростання населення, промислового і сільськогосподарського виробництва, споживання природних ресурсів та забруднення довкілля. З цією метою застосовувалося комп'ютерне моделювання процесу розвитку цивілізації за допомогою моделі World3, розробленої з використанням методології «системної динаміки» Джея Форестера. Результати цього дослідження були оприлюднені у вигляді доповіді Римському клубу «*Межі зростання*». Вона мала величезний суспільно-політичний резонанс в усьому світі, зокрема широко обговорювалася як у науковому

головної мети – стимулювала широке обговорення актуальної світової проблематики, передусім проблем економічного зростання в масштабах планети. Водночас, вона зазнала значної критики як за певні недоліки в методології, так і за начебто політичний захист ідеї «нульового економічного зростання», її апологетику. Подальша діяльність Римського клубу впродовж майже 40 років та наступні понад 30 доповідей спростували це надумане звинувачення.

Доповідь «Межі зростання» фактично *заклала основи сучасної концепції «сталого (екологічно і соціально збалансованого) розвитку»*. Вона висунула дві принципові тези:

1. Якщо існуючі світові тенденції зростання населення, обсягів виробництва, виснаження ресурсів та забруднення довкілля залишаться незмінними, то *впродовж наступних 100 років буде досягнута фізична межа зростання на цій планеті з подальшим різким та неконтрольованим зменшенням населення та економічним занепадом.*

2. Існує можливість змінити ці тенденції фізичного зростання і *перейти до стану економічної, соціальної та екологічної стабільності, що буде «стало розвиватися» й у майбутньому.*

Завдяки цьому та наступним дослідженням була проведена принципова різниця між поняттями зростання (*growth*) та розвиток (*development*). Так, під *зростанням* розуміють збільшення обсягів шляхом тієї чи іншої переробки сировини, тоді як розвиток означає передусім розширення та реалізацію потенційних можливостей. Якщо зростання передбачає збільшення за кількісними параметрами, то *розвиток* робить наголос на покращенні або зміні якості. Наша планета еволюціонує в часі без зростання. Тому людське суспільство, що є підсистемою обмеженої за фізичними параметрами Землі, повинне зрештою адаптуватися до схожої парадигми розвитку – *«сталого розвитку»*.

Наприкінці 2004 року були опубліковані результати оновленого дослідження *«Межі зростання – 30 років потому»*, що базуються на останніх даних про тенденції розвитку людської цивілізації на планеті, удосконаленій моделі й новітній методології системної динаміки. В жовтні 2005 року Деніс Медоуз презентував нову книгу на зборах Римського клубу в м. Норфолк (Вірджинія, США), де вона отримала схвалення.

А. Печчеї та інші засновники Римського клубу як і керівники різних транснаціональних корпорацій зіткнулись зі спільними труднощами в реалізації корпоративних проектів і програм. Вони усвідомили, що глибинною першопричиною цих труднощів є глобальні системні ефекти. Локаль-

середовищі, так і в парламентах багатьох країн. Доповідь та спричинена нею дискусія відразу привернули до Римського клубу увагу світової громадськості – науковців, бізнесових кіл, політиків, державних та міжнародних високопосадовців.

ні зусилля щодо їхнього подолання є безсилими. Звідси виник відомий заклик: *«Мислити глобально!»*.

Досягнення цієї школи полягає в результативних спробах моделювання світової економічної динаміки. При цьому брались п'ять взаємопов'язаних змінних величин:

1) населення;
2) капіталовкладення;
3) використання невідновних ресурсів;
4) забруднення навколишнього середовища;
5) виробництво продовольства.

Була висунута робоча гіпотеза про *дисфункціональність* глобальної системи. Під час її перевірки автори дійшли висновку, що за умови збереження існуючих тенденцій зростання людство дуже швидко наблизиться до крайньої межі демографічної та економічної експансії. Значення цих результатів полягає ще й у тому, що межі зростання вбачаються не стільки в планетарно-ресурсних обмеженнях, скільки у *внутрішніх обмеженнях* світового людства: панування і жорстокий егоцентризм глобальних корпорацій, архаїчний суверенітет дедалі численніших держав та їхня конфліктна конкуренція, егоїстичний дух елітаризму і зверхності цивілізації Заходу, дезінтеграція людського співтовариства. Надаючи особливого значення людині, А.Печчеї запропонував глобальну програму Нового Гуманізму, суть якої саме в «людській революції», в інтеграції людей світу, в формуванні світової людської спільноти, здатної до колективних зусиль з планування і керування заради спільного майбутнього людства, оскільки альтернаттивою може бути відсутність будь-якого майбутнього. І сьогодні ця глобальна стратегія гуманізму не втратила свого значення. Цю стратегію вважають альтернативою ідеології та стратегії «нелюдської глобалізації», яку нав'язують світу деякі лідери силової глобалізації в інтересах елітарних країн.

Сучасні школи глобалістики. На сьогодні відомі такі сучасні школи глобалістики:

– *Школа універсального еволюціонізму* в глобалістиці розвивається під керівництвом академіка М. Моїсеєва на базі ноосферного вчення В. Вернадського. Ця школа піддає критиці доповіді Римського клубу за їх розуміння пасивної ролі природи і її пасивної реакції на результати діяльності людства. Ініціатори школи закликають розглядати глобальну природу як самоорганізовану систему, реакція якої хоч і непрогнозована через величезну кількість критичних порогових факторів, але неминуча в довгостроковому плані. До того ж пропонується враховувати зворотну реакцію біосфери на процеси глобального розвитку. Школа під керівництвом академіка М. Моїсеєва є антагоністичною щодо концепції сталого розвитку, вважаючи останню «найнебезпечнішою оманою

сучасності», а розмови про сталий розвиток нагадують глобалістам-еволюціоністам поведінку страуса, що ховає голову в пісок. Однак спільний розвиток глобального людського суспільства і біосфери може бути цілеспрямованим, взаємоузгодженим і ефективним. У результаті конструктивної коеволюції може бути сформована ноосфера, ноосферна економіка і ноосферна цивілізація, яка відкриває шлях до якісно нового розвитку. Цю школу називають ще *школою глобальної екології*. Вона запропонувала теорію глобальних рішень і компромісів. Ця школа розробила і запропонувала моделі глобальних наслідків ядерної війни, «ядерної зброї» і «ядерної зими» та соціологію глобального компромісу – концепцію «Глобальних інститутів згоди», які можуть досягати стабільних ефективних компромісів. Доведена можливість світових угод кооперативного типу, що об'єднують зусилля і ресурси суверенних держав для вирішення планетарних завдань. Вважається, що положення школи універсального еволюціонізму органічно ввійдуть до парадигми глобалістики ноосфери.

Школа мітозу біосфер, певною мірою не має прямого відношення до глобалістики. Але її вважають важливою при переході до практичної діяльності з раціоналізації взаємодії світового людства з навколишнім середовищем. Неурядовий міжнародний Інститут екотехніки (1969) (М. Нельсон), що представляє цю школу, з 1976 р. проводить конференції у Франції. Генезис парадигми Інституту екотехніки обумовлений практичними потребами космонавтики в створенні штучних біосфер малого масштабу із заданими якостями. Ідея цієї школи полягає в тому, щоб досягнуті результати використовувати для покращання земної біосфери і для формування ноосфери. Суть ноосфери в гармонічному синтезі біосфери і техносфери. Під техносферою розуміють *«глобатекс»* – тип нової культури, діапазоном розповсюдження якої є весь планетарний ринок. Факт експансії «глобатехсу» в Космос означає, що повна екологічна рівновага можлива лише при виході за межі земної біосфери в Космос. На цій підставі ноосфера перетворюється на важливий фактор еволюції Всесвіту.

Школа контрольованого глобального розвитку Д. Гвішиані, яка починала з реалізації програми «Моделювання глобального розвитку», і яка мала на меті створення системи моделей альтернативного глобального розвитку і рекомендацій по вибору оптимальних керівних стратегій. При цьому значна увага надавалась соціальним проблемам. Ця школа пропонувала розвивати глобалістику з позицій загальносоціологічної теорії і методології. Перехід до інформаційного суспільства розглядається як магістральний шлях вирішення глобальних проблем. З позицій сьогодення, запропонований авторами цієї школи класовий підхід до глобалістики, здається наївним, як і його «радянська суб'єктність» сприйняття глобалістики.

Школа світ-системного аналізу (*І. Воллерстайн, США*) розробляє парадигму, в центрі якої міститься розвиток економік, історія систем і цивілізацій. Кінець XX століття розглядається цією школою як криза переходу

від капіталістичної світ-системи, домінуючої на планеті з 1500 року до поки що невизначеної посткапіталістичної системи. Капіталістична світ-система розглядається як перша історична форма глобальної системи, яка безупинно розвивається у взаємодії ядра (золотий мільярд) з напівпериферією і периферією світу. Для її ідей характерні циклічні кризи з періодичністю 50–100 років. Це нагадує довгі економічні хвилі М. Кондратьєва. Парадигма світ-системного аналізу тяжіє до концепції глобальної соціалізації майбутнього розвитку, висунутою Міжнародною соціологічною асоціацією (1994). Закономірностям глобального соціального розвитку приділяється все більша увага.

Сучасна глобалістика не має поки що єдиної парадигми. Мультипарадигмальний ландшафт сучасної глобалістики створює великі методологічні проблеми. Кожна з парадигм є орієнтованою на конкретну наукову дисципліну, а не на їх синтез. В останній період став помітним ефект прагнення до якогось базового спільного концепту (ноосфера), що зв'язує різні парадигми. Адже за своєю природою глобалістика – міждисциплінарна наука. Міждисциплінарний підхід повинен стати важливим методологічним принципом глобалістики. Сьогодні відбувається формування загальних основ теорії глобалістики і таких її основних напрямів, як *економічна глобалістика (наприклад інвестиційний глобалізм), політична глобалістика, соціальна глобалістика, екологічна глобалістика, глобальна прогностика* та інші. Намітилась тенденція посилення взаємозв'язку, єдності цих напрямів, що говорить про становлення інтегрованої науки. На думку авторів, ноосферизм якраз є тією життєдайною парадигмою, здатною об’єднати різні напрями і течії в глобалістиці. Зокрема, *концепцяї ноосферних екосистем,* розроблена професором С. П. Соньком (Сонько, 2003–2012), дозволяє дослідити поведінку людини в процесі природокористування саме як біологічного виду. Власне, через дослідження екосистемних відносин можливе встановлення істинного місця людини у природі і коректне вписання природокористування у біосферу.

Перша група концепцій щодо вирішення корінної проблеми світу («якості і безпеки») має песимістичні моделі, які були започатковані глобалістами-алармістами Римського клубу (1968 р.) *Д. Медоузом («Межі зростання», 1972) та («Нові межі зростання», 1992).* Це песимістичні моделі, в яких можливості соціально-економічного розвитку визначаються лише економічним зростанням і демографічними факторами. Ці моделі вже застаріли. За останні 30 років були розроблені десятки моделей. Їх значення скоріше методологічного, ніж практичного характеру. Наполягання на нульовому глобальному зростанні заради екології нікого не

втішає. Менш розвинені країни ніколи не погодяться відмовитись від розвитку в ім'я ілюзорної стійкості світу[8].

Друга група – це різновидність концепцій сучасної глобалістики – «максималістські підходи» до вирішення глобальних проблем людства. Це концепції «глобальної рівності» і вирівнювання рівнів розвитку «центру» та «периферії» для збереження навколишнього середовища. Недолік цього підходу – відхід від реальності й однобічний максималізм країн, що розвиваються.

Третя група концепцій глобалістики базується на ідеях тісного взаємозв'язку соціально-економічних і екологічних процесів розвитку. Це відповідає сучасному рівню осмислення глобальних проблем, але все ще є недостатнім, бо не досягає комплексного системного рівня бачення і все ще трактує глобальні проблеми кожну окремо, визначаючи лише зв'язок між ними, а не єдину їх систему.

Четверта група концепцій глобалістики, яка з'являється в кінці другого тисячоліття, базується на системному комплексному підході до досліджень і прогнозування процесів глобалізації. Вчені НАН України є прибічниками цього універсального міждисциплінарного підходу.

У 1992 році концепція і принципи сталого розвитку були зафіксовані в Ріо-де-Жанейро на Всесвітній Конференції ООН з розвитку навколишнього середовища в документі *«Порядок дня на XXI століття»*. Цей документ називали основним законом планети Земля, кодексом поведінки держав. В ньому особливо зазначена необхідність розробки національних стратегій сталого розвитку, наголошується особливе значення глобальної інтеграції, глобального кооперування, глобального партнерства країн для безпечного і сталого розвитку. І в цьому контексті хочеться зробити акцент на розробку вітчизняними глобалістами-дослідниками положень, які б мали національний характер і сприяли розробці національної стратегії сталого розвитку України.

На часі розробка *інтегрованої концепції сучасної глобалістики*, яка має спиратись на досягнення попередників: *С. Подолинського, В. Вернадського, М. Кондратьєва, Н. Туган-Барановського, Н. Реймерса, О. Флехтхайма, Д. Медоуза, В. Леонтьєва, А. Печчеї, Дж. Сороса, К. Поппера, З. Бжезінського, К. Боулдинга, П. Дракера, Д. Форрестера, Д. Гвішіані, М. Месаровича, Д. Гінбергена, Е. Пестеля, О. Ласло, О. Кінга* та інших.

Але сьогодні кредо сучасної глобалістики таке:

- світ і світове людство є єдиним глобальним організмом;

- глобалізація світу – це об'єктивне історичне явище і процес, на який можна впливати і керувати об'єднаними, солідарними зусиллями людства;

---

[8] *J. Holliman. The Ecology of World Devepmen. / J. Holliman. – L., 1972.– P.4.*

- глобалізація несе в собі нові небачені можливості для розвитку людства і нові небачені загрози його існуванню;

- людство повинно солідаризуватись і об'єднатись перед явищем глобальних загроз і для вирішення глобальних проблем;

- глобальну кризу людства можна перебороти;

- глобальну катастрофу людства ще можна відвернути;

- глобальні проблеми – це не лише невирішені завдання, а й велика загроза всьому людству;

- глобальні інтереси треба ставити вище національних;

- глобальна інтеграція – це закономірність розвитку людства;

- сучасна людина як найвища соціальна цінність набула глобального характеру і стала в центрі процесів глобалізації;

- попередження людством виникнення глобальних проблем в майбутньому;

- в основу інтегрованих системних парадигм глобалістики може бути покладена концепція ноосфери В. Вернадського.

Отже, після виникнення на початку 70-х років глобалістики як науки пройшло порівняно мало часу. До числа її перших досягнень варто віднести систематизацію глобальних проблем, хоч проведена вона в основному на емпіричній, а не на теоретичній основі. Що стосується України, то видано науковий глосарій глобалістики (трьома мовами), започатковано видання журналу «Глобалістика» під егідою Національної академії наук України. В останні роки на базі вищезгаданого інституту глобалістики опубліковано колективні монографії, зокрема: *«Глобальні трансформації і стратегії розвитку»; «Глобальний розвиток систем масової комунікації і міжнародні відносини»; «Глобальні резерви поступу»; «Глобалізація і безпека розвитку»*, а також чисельні брошури, статті та матеріали конференцій.

1.1.2. Оцінка можливостей переходу до сталого розвитку країн світу

Що ж залишилось від біосфери? Щоб скласти уявлення про порушення екосистем по країнах і континентах, краще всього звернутися до орбітальних супутникових даних. Такі дослідження, що дають наочну картографічну картину стану земної біосфери, проводяться тепер регулярно. З них, зокрема, видно, що території з непорушеними екосистемами займають на сьогодні всього 51,9 % земного суходолу, або 77 млн км^2. Проте значна їх частина припадає на екологічно малопродуктивні льодовикові, скельні і голі поверхні – Антарктиду, Гренландію, Гімалаї і тому подібне. Тому за їх вирахуванням залишається 57 млн км^2, або 37 % від всієї біологічно продуктивної частини суходолу, причому їх розповсюдження по поверхні Землі має украй нерівномірний характер.

Так, разом з відносно невеликими острівцями уцілілої дикої природи площею від 0,1 до 1 млн км^2, тут можна виділити декілька величезних масивів, що охоплюють територію в мільйони квадратних кілометрів. Це так звані центри стабілізації навколишнього середовища, що дозволяють біосфері більш-менш успішно протистояти зростаючому з року в рік антропогенному пресу. Два найбільші з них розташовані в північній півкулі. Це Північний Євроазійський центр (11 млн км^2), куди входять Північ Скандинавії і Європейської частини Росії, а також велика частина Сибіру і Далекого Сходу, окрім їх південних районів, і Північноамериканський (9 млн км^2), що включає північну частину Канади і Аляску.

Два інших центри стабілізації відносяться до південної півкулі: Південноамериканський, що включає Амазонію з прилеглими до неї гірськими територіями – 10 млн км^2 і Австралійський – 4 млн км^2, половина якого зайнята Центральною пустелею.

Величезна роль в стабілізації навколишнього середовища належить також Світовому океану з його поки що слабозбуреними екосистемами.

На суші ж цю функцію виконують бореальні і тропічні ліси, а також водно-болотні угіддя (ветланди). Займаючи, за різними оцінками, від 40 % до 44 % сучасної залісненої території, ці ліси покривають сьогодні площу в 13,5 млн км^2. Причому 68 % цього безцінного планетарного багатства зосереджено всього в трьох країнах – Росії (3,45 млн км^2), Канаді (3, 43 млн км^2) і Бразилії (2,3 млн км^2).

Ліси часто порівнюють з легенями планети, але їх можна назвати також і її нирками, оскільки вони виводять із обігу, служать стоком для біогенів, що накопичуються в атмосфері, зокрема для двоокису вуглецю. А ґрунтовий гумус і болотисті торф'яники вважаються навіть постійними пастками вуглецю, де, подібно до донних морських відкладень, він може за відповідних умов зберігатися невизначено довгий час (Данилов-Даниельян, 2003).

Як відомо, основна маса антропогенного вуглецю надходить в атмосферу при спалюванні викопного палива, а також попутного газу, при виробництві цементу і внаслідок сільськогосподарської діяльності, зокрема вирубки лісів (за рахунок ерозії ґрунтів і руйнування біомаси). За розрахунковими даними загальна емісія вуглецю склала в 2000 році 9,43 Гт/рік, з яких близько 6,0 Гт/рік припадає на індустріальні джерела і близько 3,0 Гт/рік – на землекористування. З цієї загальної кількості приблизно третина, тобто близько 3,0 Гт/рік, абсорбується Світовим океаном завдяки физико-хімічним процесам (розчинення вуглекислого газу в морській воді при зростанні його концентрації в повітрі) і ще 2,0 Гт/рік поглинаються океанською біотою. І нарешті, з частини, що залишилася, 1 Гт/рік поглинається природними екосистемами суходолу, що збереглися, – в основному бореальними лісами Росії і Канади, а приблизно 3,0 Гт/рік накопичуються в атмосфері.

Всі ці цифри наочно демонструють роль уцілілих екосистем, зокрема найбільших континентальних масивів, в глобальному кругообігу біогенів

і стабілізації навколишнього середовища. Це, можна сказати, останній бастіон, що перешкоджає бурхливому зростанню концентрації в атмосфері вуглекислого газу і її трансформації з окислювальної форми у відновну, абсолютно непридатну для більшості існуючих організмів.

З іншого боку, виходить, що якби людина змогла відступити з деякої частини – менш ніж половини освоєних нею територій (а це на сьогодні близько 60 % суходолу), вивільнивши їх для відновлення зруйнованих екосистем, що відповідало б приблизно ситуації 30-х – 40-х років минулого століття, то це дозволило б (навіть за нинішніх об'ємів спалюваного органічного палива) повністю стабілізувати процес накопичення атмосферного CO_2.

У останньому випадку його надходження з порушених господарською діяльністю земель скоротилося б з 3,0 Гт/рік до 1,5 Гт/рік і на стільки ж виросло б його поглинання природними екосистемами суходолу, площа яких збільшилася б при цьому з 40 % до 60–65 % від всієї її території. Ці 1,5 Гт/рік + 1,5 Гт/рік якраз і вирішили б проблему тих 3,0 Гт «зайвого» вуглецю, що рік у рік накопичуються в атмосфері, загрожуючи парниковим ефектом і катастрофічним потеплінням земного клімату.

Внесок окремих країн у відродження біосфери. Очевидно, що внесок у вирішення цього надважливого завдання повинен погоджуватись не тільки з економічними можливостями кожної країни, але й зі ступенем збереження природних екосистем на її території. І з цієї точки зору всі країни світу можуть бути розбиті за своїми соціоприродними параметрами на три наступні категорії.

1. Країни з хорошими стартовими умовами переходу до сталого розвитку (площа непорушених екосистем перевищує 60 % їх територій) – 8 країн, або 5,5 % від всіх держав світу.

2. Країни з низькими стартово-екологічними умовами (менше 10 % площі підлягаючих зберіганню екосистем) – 91 країна, або 62 % від всіх державних утворень.

3. Країни з проміжними стартовими умовами (від 10 % до 59 % природних територій, що збереглися) – 47 країн, або 32,5 % від загального числа (Данилов-Даниельян, Лосев, 2000).

Поза конкуренцією стоять в цьому ряду дві найбільші країни північної півкулі – Росія і Канада, на які припадає 35 % світового потенціалу суходолу з непорушеними екосистемами. Якщо ж узяти території з найбільш продуктивними в екологічному відношенні лісовими екосистемами, то тільки в одній Росії площа незайманих лісів складає майже третину від

їх загальносвітового ресурсу. Таким чином, стає зрозумілою та виняткова роль, яку відіграють ці дві країни в збереженні планетарної біосфери[9].

Більшість країн із низьким стартово-екологічним рівнем зосереджена в трьох глобальних центрах дестабілізації навколишнього середовища (менше 10 % площі екосистем, що збереглися):

- Європейському, загальна площа якого 8 млн км^2 при 8 % природних екосистем, що тут збереглися, і який включає країни Центральної, Західної і Східної Європи (окрім Норвегії та Ісландії), а також Європейську частину колишнього СРСР;

- Північноамериканському у складі США (без Аляски), південної і центральної Канади і північної частини Мексики – 9 млн км^2, де менше 10 % територій зайнято екосистемами, що підлягають збереженню;

- Південно-Східно-Азійському, куди входять субконтинент Індостан, Малайзія, Бірма, Індонезія (без о. Суматри), Китай (за винятком Тибету), Японія, Корейський півострів, а також Філіппіни – 7 млн км^2 (менше 5 % територій непорушених екосистем).

Усі три центри мають на одному полюсі блок промислово розвинених держав Європи і Північної Америки, а на іншому – країни, що розвиваються (за винятком Японії), з високим приростом населення і переважно низьким рівнем життя.

І Європейський, і Азійський центри склалися історично. Все це області якнайдавнішого розповсюдження цивілізації, адже природне середовище піддавалося тут потужному антропогенному пресу впродовж багатьох століть. Так, ліси на Апенінському півострові були винищені ще в часи римського володарювання, а в Західній і Центральній Європі – в епоху середньовіччя у зв'язку з інтенсивним розвитком сільського господарства, міським будівництвом, а також з метою отримання деревного вугілля для виплавки заліза.

Чи варто сподіватись на сталий розвиток ? Відкриття Америки і промислова революція, що настала потім, різко посилили процес руйнування природних екосистем на обох континентах, хрестоматійним прикладом чому служить Великобританія. Як пишуть в підручниках історії, «вівці з'їли ліси Англії». Насправді, суконна мануфактура, що з'явилися в XVIII–XIX століттях вимагала все більше і більше вовни, і пасовища для

[9] Інші 6 країн, що входять в ту ж відносно сприятливу групу, – це Алжір, Мавританія, Ботсвана, Лесото, Гайана і Сурінам. Проте їхня роль у глобальній екодинаміці набагато скромніша і через їх малу площу, і тому, що непорушені екосистеми в двох найбільших з них (Алжірі та Мавританії) представлені головним чином пустелями і напівпустелями.

овець створювалися за рахунок вирубання лісів. Ліс йшов також на будівництво англійського флоту[10].

Несприятлива екологічна ситуація в промислово розвинених країнах поєднується, як правило, з вельми високою щільністю населення. Так, в Європі, за винятком Ісландії і країн Скандинавського півострова, щільність населення коливається від 55 (Ірландія) до 400 осіб (Нідерланди) на 1 км^2. У Японії вона становить 328, а в США – 27 осіб на 1 м^2. Отже, вивільнення «географічного простору» під екологічні потреби являє для більшості з них серйозну проблему.

Іншою важливою особливістю розвинених країн, що забезпечують близько 80 % світового експорту промислової продукції, є споживаний ними чужий екологічний простір – перш за все країн «третього світу», звідки йде потужний потік сировини і куди переводяться ресурсоємні галузі та хімічна промисловість. Така собі величезна «пастка для простору». При цьому розвинені країни формують на своїй території до 2/3 світових відходів.

Проте ще гірші екологічні стартові умови у країн протилежного полюса, що входять в Південно-Східно-Азійський центр дестабілізації навколишнього середовища. Це країни, більшість з яких є тими, що розвиваються, зробили серйозний ривок в індустріалізації і використанні нових технологій, однак для них характерний в основному низький (менше 610 доларів) і середній (610–900 доларів) рівень ВВП на душу населення. Тут також дуже висока щільність населення – від 100 (Індонезія) до 840 осіб на км^2 (Бангладеш) за майже повної відсутності непорушених екосистем.

Лише невелика частина вологих тропічних лісів зберігається ще в Малайзії, Індонезії, Таїланді і Пакистані, де вони покривають, відповідно, 9, 8, 7 і 5 % територій, а південно-китайські дощові ліси були практично повністю винищені за історичний час. На сьогодні збереглися тільки малі відсотки від первинної їх території.

Але найбільш істотною особливістю більшості країн цього регіону є бідність. П'ять найбільших за чисельністю населення країн світу – Китай, Індія, Індонезія, Пакистан і Бангладеш, де проживає в цілому понад 2,5 млрд осіб, тобто більше 40 % населення Землі, входять одночасно до числа держав з найменшим рівнем валового внутрішнього продукту (менше 610 дол. на душу населення). При цьому тільки Індонезія більш-менш близька до цієї шестисотдоларової межі, а Бангладеш з її 210 дол. на людину може лише мріяти про таку перспективу.

---

[10] Відтоді Велика Британія – країна майже без лісу, адже залишки її лісових масивів збереглися тільки на 12 % територій, головним чином в горах Шотландії, а її відомі дубові ліси можна побачити хіба що в кінодекораціях до фільмів про Робіна Гуда.

Очевидно, таким чином, що бідність і перенаселеність йдуть поруч із глибоким екологічним неблагополуччям. І коли життя переважної більшості жевріє десь на межі виживання, руйнуються і етичні перепони на шляху до варварського винищення природи. Особливо наочно демонструє це Бангладеш, де територій з уцілілими екосистемами не залишилося зовсім, а також Індія, де від них зберігся всього 1 %.

Додатково ситуація в регіоні ускладнюється збільшеною соціальною напруженістю, пов'язаною з виходом на історичну арену (як це було свого часу в Європі) великих мас молодих людей, які претендують на свою частку життєвих ресурсів. Нескінченна низка кастових, міжнаціональних і релігійних конфліктів, що виливаються то в міжусобну різанину, то в повномасштабний геноцид (як в 1970-х роках в Бангладеш), – все це безперечні свідоцтва накопичення критично небезпечної соціальної енергії, яка довго ще буде джерелом нестабільності в цій перенаселеній частині планети. І лише Китай зумів на свій «східний зразок» вирішити цю складну проблему, випустивши спочатку «пару» в ході «культурної революції», а потім приборкавши стихію за допомогою широкомасштабних репресій і важкого голоду, що послідкував за ними.

На країни з проміжними екологічними стартовими умовами (від 10 до 59 % територій з непорушеними екосистемами) припадає близько 60 % світового потенціалу уцілілої дикої природи. Всього таких країн 47, в основному з числа тих, що розвиваються, а часом і вкрай економічно відсталих, причому велика їх частина розташована в тропічних і субтропічних широтах. В Азії таких країн 11, в Південній Америці – 7 і в Африці (головним чином Західної і Центральної) – 21.

Особливо велика їх роль у збереженні лісового «тропічного поясу» планети – цього цінного і невідновного її багатства. Хоча, на жаль, саме тропічні ліси випробовують зараз найбільш потужний антропогенний прес і піддаються безжальному винищуванню. Найшвидше їх знищення відбувається в Аргентині (1550 тис. га в рік) і в Бразилії (2323 тис. га в рік). При цьому площа, де здійснено лісовідновлення, відноситься до площі зі знищеним лісом як 1:100 і навіть як 1:1000 (Бразилія, Індонезія). А деякі країни – колишні експортери тропічного лісу, як, наприклад, Коста-Ріка або Малайзія, вимушені навіть завозити деревину для потреб своєї деревообробної промисловості.

Отже, якщо заощадження острівців дикої природи – цих «стовбурових клітин» екосистем майбутнього – у низці екологічно неблагополучних країн ще можна в якомусь сенсі розглядати як їх внутрішнє, національне завдання, то проблема зникнення тропічних лісів – найгостріше і злободенне питання для всього сучасного людства.

1.1.3. Участь агроекосистем у виникненні та загостренні глобальної екологічної проблеми

Чи наближає до «сталості» розвиток агроекосистем? Найнебезпечнішим феноменом екологічної історії людства є розтягнутість у часі головних процесів впливу на природні екосистеми планети. Ці процеси неспівставні з життям одного і навіть декількох поколінь, а отже, зовнішньо не помітні і тому дуже небезпечні. При цьому поступове зниження природної родючості ґрунтів – це лише одна зі складових масштабного повсякчасного та повсюдного впливу людини на природне середовище. Крім нього, існують й інші процеси і механізми екологічної експансії людства. Зокрема, це «пастки» для часу, простору та інформації, «розставлені» людиною в процесі ноосферогенезу (Сонько, Максименко, 2013).

Розуміння цих механізмів допоможе усвідомити, чому поступово відбувається девальвація концепції сталого розвитку. Наскільки громадянські очікування щодо вирішення глобальної екологічної проблеми задовольняються ученими, суспільними діячами, політиками – ось те питання, яке виникає після вже трьох на сьогодні Всесвітніх форумів довкілля («Ріо-1992», «Йоганнесбург-2002», «Ріо-2012»). При цьому спостерігається дуже сумна тенденція розчарування в ідеях сталого розвитку – від пафосу і громадського піднесення після «Ріо-92», через усвідомлення неможливості сталого розвитку без залучення додаткового екологічного ресурсу планети у Йоганнесбурзі, до зведення нанівець як самої ідеї, так і риторики про сталий розвиток після «Ріо+20»: «Якщо країни-учасниці заявляють про готовність продовжувати шлях до „майбутнього, якого ми прагнемо”», то багато представників громадянського суспільства наполягають на тому, що майбутнє, описане в підсумковому документі, зовсім не те, до якого вони прагнуть»[11]. Така невизначеність з цілями концепції сталого розвитку вкотре примушує засумніватись у її методологічній виваженості. А відтак, знову і знову повертатись до наукового усвідомлення витоків глобальної екологічної проблеми.

Головною підставою для дослідження механізмів загострення глобальної екологічної проблеми є уявлення про екологічні параметри популяції *Homo Sapiens*, розглянуте в багатьох роботах авторитетних екологів (Горшков,1997; Данілов-Даниельян, 2003). Екологічні відносини людини з довкіллям реалізуються в межах агроекосистем, які створені для забезпечення людини продуктами харчування. Одна з визначних рис агроекосистеми полягає у докорінно зміненій екологічній піраміді, на вершині якої стоїть людина. Зокрема, у процесі ноосферогенезу людиною (як видом *Homo Sapiens*) свідомо змінена просторова суть свого екотопу, ознакою чого є згадані вище «пастки». Саме вони формують механізми «екологічного навантаження» на довкілля, які не помітні наочно, але дуже небезпечні за масштабами загального впливу (Сонько, 2003–2013).

[11] Результати глобальної конференції зі сталого розвитку «Ріо+20» [Електронний ресурс]. – Ріо-де-Жанейро, 2012. – Режим доступу : / http://www.csr-review.net/

Будь-який організм може існувати в природі лише за умови його перебування у складі певної екосистеми, займаючи в ній певну екологічну нішу, завойовану в боротьбі за існування, виконуючи певну роботу в цілісній системі трансформації речовин та енергії й знаходячись у тісних функціональних зв'язках з іншими компонентами цієї системи (Голубець, 2000). Але «екотоп» людини в класичному розумінні цього терміна виходить за межі організмового рівня організації виду та займає популяційний і навіть екосистемний рівень. У зв'язку з цим, логічніше говорити про *екологічну нішу з нечітко визначеними просторовими межами*. Саме усвідомлення механізму дії *пасток для часу і простору* наблизить до більш глибокого розуміння просторово-часових відносин в екологічній ніші людини.

Онтологія часу. Уявлення *«пасток» для часу* виходить з онтології такої непересічної категорії, як час, яка традиційно належить до фундаментальних категорій філософії та природознавства, бо відбиває об'єктивні універсальні властивості матеріального світу й у цьому розумінні виступає загальною формою буття матерії. Розуміння суперечливого феномену часу є досить складною одвічною світоглядною проблемою у розвитку наукового знання. У межах природознавства і філософії сьогодні час розглядається як наслідок прояву циклічно-незворотного розвитку та взаємодії матеріальних систем і процесів, що належать до різних рівнів структурної організації. Різні властивості часу не є абсолютними, незмінними і незалежними від природних феноменів, а відображають специфіку реальних систем і процесів.

У цілому час, як і простір, - це атрибутивне специфічне відношення і властивість матеріальних систем та їхніх компонентів, пов'язаних з їхньою взаємодією і рухом. До просторово-часових атрибутів належать протяжність, тривалість, послідовність, розмірність. Час визначають подвійно. Визначаючи його через загальні чи окремі форми прояву реальності (процеси, події, властивості та відношення між феноменами матеріального світу), кажуть про *«реальний час»*. Можна визначати час через сприйняття і відображення існуючої реальності у нашій свідомості, й тоді це буде *«перцептуальний час»* (від лат. «сприйняття»).

Вживається також термін *«концептуальний час»*, який означає абстрактну, переважно математичну модель, яка найадекватніше відображає об'єктивні властивості реального часу. Певною мірою в концептуальному часі відбита штучна його природа і він не є відбитком реального часу взагалі.

«Історичний час» виступає як умова побудови історичних абстракцій, передусім в філософії історії. Це передбачає точне розуміння того, що історичні процеси і події відбуваються як підпорядковані об'єктивному часові. Розподіл історичного часу на певні періоди та етапи проводиться

відповідно до історично значущих подій та конкретних дослідницьких завдань і теоретичних концепцій. Розвиток історичного пізнання відбувається як процес постійного взаємного корегування схем, що фіксують час як абсолютну категорію, та схем, що фіксують події та процеси.

Згідно з *динамічною концепцією часу*, реально існують тільки події теперішнього часу, минулі події вже реально не існують, вони пішли у небуття, залишивши тільки сліди («протоколи») свого існування. Майбутні події не існують взагалі, є тільки їх передумови, зафіксовані у матеріальних зв'язках і взаємодіях теперішнього часу. Інакше кажучи, відповідно до динамічної концепції виникнення і зникнення речей є реальним й пов'язане з фізичними відмінами між теперішнім, минулим і майбутнім.

Відповідно до *статичної концепції часу*, минулі, теперішні та майбутні події володіють однаковим реальним статусом буття. Різниця між ними зумовлена не об'єктивними характеристиками, а властивостями нашої свідомості, оманою сприйняття. Події та матеріальні системи не виникають і не зникають, вони існували завжди й завжди будуть існувати.

Після введення І. Ньютоном поняття *«абсолютного часу»* динамічна концепція розглядалася як єдино можлива наукова концепція часу. Вона безпосередньо вказує на об'єктивність часу і фундаментальність таких його властивостей, як «течія» і «становлення» (виникнення і зникнення подій та матеріальних систем). На відміну від неї статична концепція своєрідно пояснює об'єктивність часу і руху як структурну мінливість або неоднорідність явищ і процесів об'єктивного світу, що й сприймається нашою свідомістю як «рух» чи «течія» часу.

Логічний розвиток статичної та динамічної концепції привів до того, що сьогодні в науці склалися три сутнісно різні концепції фізичного часу: *субстанціональна, квазісубстанціональна і релятивна*. Субстанціональна концепція базується на ньютонівському понятті «абсолютний час», який сам по собі та за своєю сутністю без усілякого відношення до будь-чого зовнішнього протікає рівномірно і називається «тривалістю». Однак час не пов'язаний ні з простором, ні з будь-якими іншими процесами. «Абсолютний час» не виводиться з послідовності подій, а навпаки, визначає події, відтак вони начебто «виходять» з часу.

В основі квазісубстанціональної концепції лежить теоретичне припущення щодо існування єдиного ритму Всесвіту. Суть цієї концепції полягає у тому, що є деякий загальний матеріальний носій часу, який розглядається як певна універсальна субстанція, що органічно входить до складу кожного природного феномена. Саме це дає можливість говорити про наявність уявлення про існування єдиної «нульової точки відліку» чи «моменту запуску» усіх природних годинників. Згідно з цією концепцією носієм планетарного часу можна вважати географічний простір.

Релятивна концепція засновується на спеціальній теорії відносності, яка, виходячи з глибинного зв'язку між часом, простором і рухом, показує, що метричні властивості часу і простору за певних умов можуть розглядатися як функції швидкості руху. Фундаментальний переворот у світосприйнятті, зроблений теорією відносності, можна стисло узагальнити зміною формули *«все в часі»*, яка стала звучати тепер як: *«все з часу»*. Історія, наприклад,– це не умовна траєкторія в часі, а деяка особлива трансфігурація самого часу, результат його виліплювання і ваяння (Секацкий, 2001).

Відповідно до релятивної концепції, часові відношення між одними й тими ж подіями реального світу змінюються залежно від обраної системи відліку, а отже, одночасності віддалених подій не існує і у Всесвіті немає єдиних миттєвостей «абсолютного часу». Тому за вихідне має слугувати *не всесвітній, а локальний час*, який виражає відносність одночасності у різних системах відліку. Локальний час кожної системи, що рухається, матеріалізується за подіями, пов'язаними зі зміною її просторового положення.

У межах релятивної концепції розрізняють також *індивідуальний та універсальний (всесвітній) час. Індивідуальний час* – це часові відношення між подіями, які відбуваються тільки у даній системі відліку. *Універсальний час* є штучною теоретичною побудовою для порівняння часових відношень процесів в окремих системах. Відповідно до релятивної концепції обов'язковою є ієрархічна підпорядкованість підрозділів універсального, локального та індивідуального часу один одному. Це відбиває існування нерозривного зв'язку між простором і часом у багатоступінчастій ритміці внутрішніх і зовнішніх факторів розвитку різноманітних систем.

У теорії відносності простір і час стають нерозривними, а єдиний простір-час складено вже не просто з точок і моментів, а з подій, що визначаються чотирма координатами. Рухи частинок і тіл у просторі-часі уявляються ланцюгами подій та зображаються лініями, котрі називаються світовими лініями. Подальший розвиток цієї концепції втілюється у пошуку наступних координатних вимірів. Так, на початку 90-х років у просторово-часовий чотиривимірний континуум вводиться п’ятий інформаційний вимір (Юзвишин, 2001).

Стосовно проблеми взаємодії природи і суспільства, найбільш близькою вважається *релятивна концепція часу,* яка пояснює зміну простору і часу відповідно до швидкості руху (розвитку) якогось процесу. Доцільним також буде використання поняття історичного часу в межах динамічної концепції. В нашому випадку розглядається процес взаємодії природи і суспільства (рух) в планетарному просторі-часі. Він уявляється у вигляді двох головних своїх складових – природи і суспільства. Разом вони активно заповнюють географічний простір, починаючи з неоліту, що посту-

пово призводить до ущільнення простору (Сонько, 2003). Проте, згідно з поняттям універсального часу, в межах релятивної концепції кількість простору і часу повинна залишатись незмінною для певної системи відліку. Швидше за все, *для планетарного географічного простору існує свій локальний час, впродовж якого спочатку утворювались тверді, рідкі та газоподібні субстрати (первісна географічна оболонка), потім вони почали видозмінюватись біосферою і, нарешті, активна участь людини в біосферних процесах (з неоліту) «включила» механізм формування ноосфери, який «працює» і до сьогодні.* Логічним продовженням тривалості локального часу найскоріше буде наступний крок – вихід розумного життя в позаземний простір і створення штучних екосистем на джерелах енергії, незалежних від телуричних сил.

Пастки для часу – головний механізм хижацького природокористування. Розглядаючи процес ноосферогенезу на нашій планеті як той, що формується в певній системі відліку, логічним буде припустити, що ущільнення географічного простору повинне компенсуватись реальним часом. Саме для такої компенсації людина створює пастки для часу начебто відкладаючи його «на потім»[12].

Аналізуючи вплив реального часу на розвиток життя, нобелевський лауреат *Ілля Пригожин* вважає, що температура являє собою «внутрішню координацію моментів активності» і в цьому сенсі є одним із найзагальніших параметрів Універсуму. Навіть коренева латинська основа температури і часу подібна – *temporal.* Сьогодні економісти кажуть про температуру економіки вже без лапок. Температура висловлює інтегральний показник інтенсивності часу, а затримка плину часу за допомогою переохолодження – дуже поширена «пастка», якою користується жива природа.

Відомий філософ *В. Гігерич* неодноразово говорив про «заморожування», розуміючи його як ще одну додаткову метафору акту відстрочки. Передусім мова йде про анабіоз, занурювання в який означає призупинку власного часу «до кращих часів». Анабіоз настає за сигналом «зараз не час» (сукупність несприятливих умов). Життя консервується, пакується в контейнер, в посилку, надіслану «до запитання» у майбутнє (феномен летаргії). Людина, знаходячись в летаргійному сні, може спати і 20, і 30 років (такі випадки відомі), зберігаючи при цьому свій вік, не старіючи. Але, прокинувшись, «наздоганяє втрачене» впродовж 2–3 місяців, коли відбувається начебто *гормональний вибух бомби часу*. Подібні приклади спостерігаються з личинками деяких метеликів при занурюванні їх у стан анабіозу і подальшому відігріванні.

[12] Розробка інтуїції часу лише в нашому столітті стала філософським завданням. Проте феномен витрат планетарного часу досліджували починаючи від Канта, Гегеля, Хайдеггера, Ейнштейна, Бергсона, Гігерича. Ім'я вихідній процедурі дав видатний французький філософ Жак Деррида, який вважав, що джерело розмаїття сущого (differences)–це експерименти з часом і в першу чергу «відкладання на потім», створення при цьому найзагальнішої топології–«зони відкладеного майбутнього».

На думку *А. Секацького,* вся людська історія (в нашому випадку – процес ноосферогенезу, насичений екологічним змістом) сповнена катаклізмів, коли припинився її плин через невдалі пастки часу. Скоріше за все, такі катаклізми пояснюються початковістю часу, початковістю, з якої різними операціями (пастками) можна створювати той або інший час. Наприклад, розводячи сьогодення і майбутнє, відсуваючи виконання ми створюємо високу напругу критичної маси, що нагадує керовану ядерну реакцію, або бомбу часу.

Інтерпретуючи даний вислів до завдань цього розділу можна стверджувати, що людство взяло у природи в борг час, на який воно її випереджає в процесі свого розвитку. Власне, Природа та Суспільство розвиваються з різними швидкостями, а отже, в різний спосіб та з різним ступенем ущільнення заповнюють географічний простір. В процесі своєї взаємодії в географічному просторі вони утворюють такі форми просторового буття людини, як *агроекосистеми* (до неоліту), *урбоекосистеми* (з неоліту) та *інфраекеосистеми* (з початку розвитку індустріальних цивілізацій). А це означає, що у просторі існують відбитки тих сегментів часу, які «взято у борг». І швидше за все, такі «сегменти часу» повинні бути «законсервовані» в пастках у певних ділянках простору (Сонько, 2000–2013). Виходячи з аналізу головних трендів експансії нашого виду можна стверджувати, що *головна причина виникнення екологічної проблеми криється в різних швидкостях розвитку природи і суспільства.* Результат же цієї різниці, згідно з релятивною концепцією часу, обов'язково «відкладається» у географічному просторі переважно антропогенними структурами. Для порівняння на рис. 1 та 2 наводимо просторову структуру природних і агроекосистем. Приклад пастки для простору може бути правильна конфігурація полів сівозміни.

Шлях до збалансованого природокористування. Для конструктивного вирішення «глобальної екологічної проблеми» необхідно знайти такі ділянки простору, в яких відбита різниця швидкостей природи і суспільства, і надалі поступово їх зменшуючи, привести до оптимальних співвідношень. Власне, це твердження наповнює глибинним онтологічним змістом відомі вже моделі оптимізації географічного простору (В. Кристалер, Б. Родоман, О. Топчієв).

Пастки для часу – дуже цікавий феномен, що почав усвідомлюватись відносно недавно. Але *технократична цивілізація не може безмежно «втискувати» реальний час у пастки.* Власне, вартість часу, «зекономленого» на подолання простору, наприклад, літаком, підвищується завдяки неврахованим «витратам» цього простору, попередньо структурно видозміненого і «витраченого» на забезпечення функціонування транспортних засобів. Таким чином, швидко подоланий нами географічний простір завдяки новітнім засобам комунікації – це чергова хитро зроблена пастка для

часу. Наведення інших прикладів пасток для часу може зайняти не одну сторінку, але найзрозуміліший для кожного з нас приклад – це кредит у банку, у якого ми купуємо час відстрочки, сплачуючи певні відсотки.

Відновлення єдності нашого буття з просторово-часовою структурою біосфери зажадає радикальних змін наших уявлень про техніку. Так, «Зелена революція» у землеробстві розглядалась свого часу як найбільш ефективна форма агрикультури в історії, але вона зробила очевидним зниження стійкості біосфери. У той час як технології «зеленої революції» прискорювали виробництво шляхом використання нафтохімічних добрив, пестицидів і високоврожайних монокультур, відбувалась усе більша ерозія і засолення ґрунтів, порушення генетичної розмаїтості культур і посилення глобального потепління клімату (оксиди азоту, що утворяться при використанні нафтохімічних добрив, – це ефективні прискорювачі парникового ефекту). Фермери, які прагнуть до ефективності, постійно повинні вводити усе більш екзотичні види рослин і нові технології для прискорення виробництва і збільшення продукції, витрачаючи ресурси природних екосистем. Органічне фермерство, навпаки, розвивається за допомогою отриманих з досвіду знань про тонку рівновагу взаємозв'язків, що керують навколишнім середовищем і природними циклами. При цьому використовуються органічні добрива і природний контроль за шкідливими комахами, звертається особлива увага на відновлення природних ритмів виробництва. Органічне фермерство розглядає свою роль більш як спостережливу, ніж як керівну, займаючись захистом ґрунтів і вивченням природної здатності рослин забезпечувати відповідні резерви для майбутніх поколінь. Напевне, сказане вище щодо фермерства має стати концептуальною позицією стосовно інших форм природокористування, особливо в їх відношенні до реального планетарного часу.

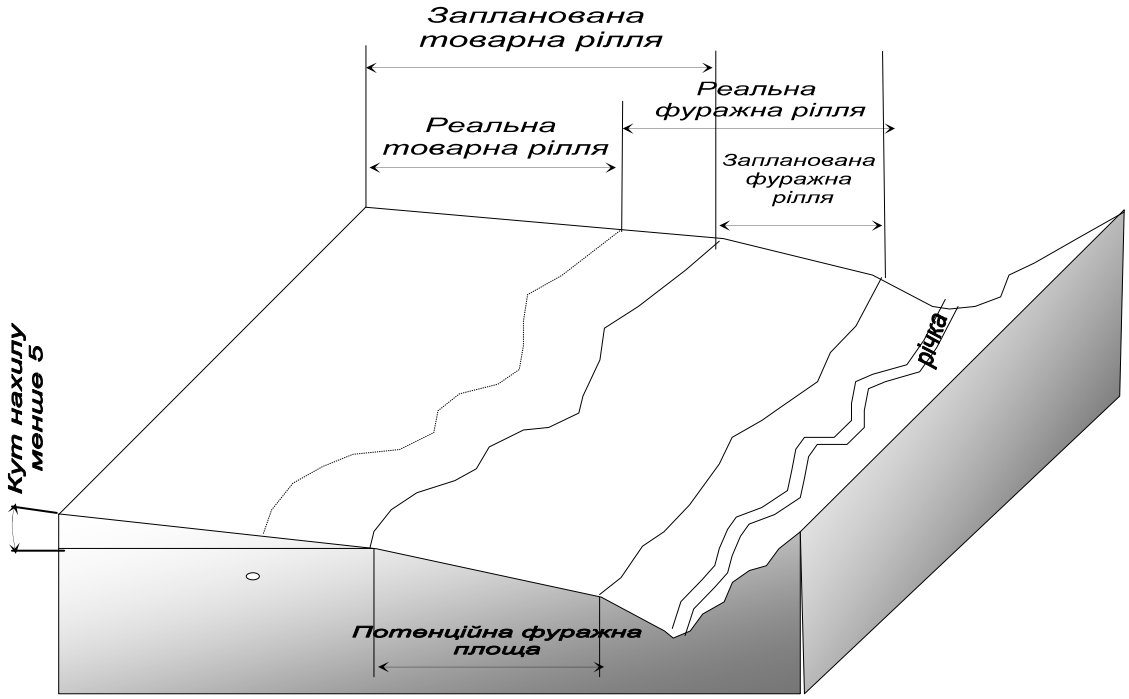


***Рис. 3*. Виділення товарної і фуражної ріллі.**

Пастки для простору – спроба обдурити природні речовинно-енергетичні механізми. Крім пасток для часу, наявність пасток для простору дозволяє по-іншому поглянути на екологічну природу нашого виду. Складні трофічні відносини *Homo Sapiens* проявляються у різноманітних пастках для простору на зразок так званої *«фуражної ріллі»* (рис. 3).

Тут мова йде про свідому зміну екотопу травоїдних тварин людиною для досягнення більшої продуктивності біомаси. Історія розвитку сільського господарства свідчить про те, що з плином «ущільнення» географічного простору, природних кормових угідь для відгодівлі худоби стало не вистачати. Саме тому на початку XIX століття в структурі ріллі свідомо відводиться «фуражна рілля», призначена саме для забезпечення кормами сільськогосподарських тварин. Власне, історична межа початку індустріалізації відповідала площам фуражної ріллі, що не перевищували 15–20 %, визначаючи ту умовну *межу, з якої починається шлях у бік докорінної антропогенної трансформації природних ландшафтів.* Насправді особливості рельєфу є тією природною основою, на якій можливий поділ на «фуражну» і «товарну» ріллю (рис. 3).

Так, якщо позначити функції окремих ділянок землекористування із забезпечення поживою харчових ланцюгів різних трофічних рівнів, то відкриваються можливості для географічної прив'язки окремих енергетичних потоків до конкретних територій. Коливання меж товарної і фуражної ріллі різною мірою залежать від природних і економічних факторів, а останнім часом і глобалізаційних. За радянських часів цей меха-

нізм втілювався у лімітах виділення колгоспам концентрованих кормів відповідно до кількості зерна, яке здали державі. У наш час відомо, що значна частина експортованого українського «продовольчого» зерна за своєю якістю експертами країн Євросоюзу віднесена до «фуражного». Отже, зворотній перерахунок через середню врожайність покаже нам істинну площу фуражної ріллі.

Екологічні відносини в агроекосистемах. Аналіз пасток для часу і простору робить можливим більш глибоке усвідомлення місця нашого виду у видовій та просторовій структурі біосфери, а отже, визначення істинних коренів загострення глобальної екологічної проблеми. Зокрема, вважати агроекосистему неприродною («напівприродною», «комбінованою», «штучною», «антропогенною», «техногенною») немає ніяких підстав.

Природні механізми виробництва біомаси, співвідношення її виробництва по трофічних рівнях, харчові ланцюги, наявність продуценттів, консументів і редуцентів і навіть «входження» у відповідну екологічну піраміду – все це залишається. Єдине, що підлягає докорінній зміні в агроекосистемі – просторово-часова суть екотопу. Саме штучний екотоп, будучи організованим людиною з розставленими пастками для часу (відстрочення у часі розкладання біомаси (врожаю) за допомогою консервування, заморожування, термічної обробки), пастками для простору (фуражна рілля, правильні контури полів у сівозмінах, навіть «вписані» в ізолінії рельєфу поля у контурно-меліоративній системі землеробства), відповідним чином спотворює класичні уявлення і примушує екологів, аграріїв, фізгеографів традиційних шкіл вважати агроекосистеми чимось докорінно відмінним від природних аналогів.

Отже, розуміння механізмів виникнення і загострення екологічної проблеми виходить з *екології виду Homo Sapiens*, особливості якої полягають у наступному:

- Формуючи агроекосистему, *Homo Sapiens* в процесі своєї життєдіяльності в біосфері Землі утворює ідентичні за екологічними ознаками з іншими видами едафічні просторові одиниці – екотоп, екологічну нішу та ареал поширення. Крім того, *Homo Sapiens* бере таку ж саму участь у харчових ланцюгах і займає свій трофічний рівень в природних екосистемах. Факт специфічної участі *Homo Sapiens* у функціонуванні природних екосистем, завдяки докорінній, передусім, просторовій і часовій перебудові їх структури, зовсім не є підставою вважати ці екосистеми менш природними.

- Класичному розумінню екотопу особини (або групи особин – спільноти) екотоп людини відповідає поки що в натуралізованих суспільствах, де збереглися мисливсько-рибальські, скотарсько-землеробські (не товарні) форми господарства.

- В країнах із товарним сільським господарством дослідити просторове «просування» продукції від місцевих продуцентів і консументів до

«своїх» або просторово віддалених «чужих» редуцентів в умовах товарного сільського господарства неможливо. Проте ця «неможливість» не спростовує трофічні відносини в агроекосистемі, а лише ускладнює їх. Ці трофічні відносини штучно «поміщаються» людиною у пастки для часу (зберігання зерна на елеваторах, заморожування м'яса у холодильниках, консервація овочів, фруктів, м'яса, молока, виготовлення концентрованих продуктів, що майже не псуються з часом) та пастки для інформації («виховання» шляхом селекції або зміни генетичного інваріанта у рослин або тварин лише певних рис та ознак, спрямованих, передусім, на підвищення продукції). Таке «виховання» здійснюється, насамперед, для підтримки монокультури, що саме по собі протирічить стійкості екосистеми. Одразу ж конструюються «пастки для простору» у вигляді сівозмін та виділення фуражної ріллі, а потім – контурно-смугових та контурно-меліоративних систем землеробства.

- Невизначеність («розмитість») меж агроекосистем в «цивілізованих» країнах з максимальною товарністю сільського господарства дозволяє дійти висновку, що з відбрунькуванням урбоекосистем, особини або спільноти *Homo Sapiens* «покидають» просторові межі екотопу (чи навіть ареалу поширення) і виходять на рівень екологічної ніші, яка впродовж XX століття охопила всю планету і вже починає охоплювати ближній космос.

- Економічні, соціальні, етнокультурні та інші відносини у популяції *Homo Sapiens* вже давно перетворились на ті, що описуються структурою екологічної піраміди. Відомо, що світовій економічній системі притаманний постійний бюджетний дефіцит (фінансова піраміда); ні для кого не буде новиною диференціація будь-якого (товаровиробного) суспільства на різні за рівнем життя верстви.

Переформатування агроекосистем – тяжкий шлях до збалансованості. *Однією з головних причин виникнення і загострення екологічної проблеми як раз і є спотворення екологічних відносин у штучно створених агроекосистемах, організованих людиною для самопрокорму.* В них, як і в природних екосистемах, існують продуценти, консументи і редуценти. Проте якщо в природних екосистемах потоки речовини й енергії з певною часткою наближення пристосовані до конкретної території, то в агроекосистемах значна частина біомаси відчужується від території і у більшості випадків мігрує для споживання за багато кілометрів від місця, де вона вироблена.

Єдиним екологічно вагомим *результатом існування людини як біологічного виду є ґрунт*, що являє собою симбіотичний продукт життєдіяльності продуцентів, консументів і редуцентів, які розвиваються в агроекосистемах. На жаль, цей «результат» сьогодні зовсім невтішний. Так, відсоток гумусу в ґрунтах лише Центральної лісостепової України за

останні 40 років зменшився з 6–7 % на початку 70-х років до 2,5–3 % в 2010[13], а сьогодні, за даними польових обстежень та аналізу паспортів окремих полів у господарствах Уманського району – до 1,7 та 2 %. Найстрашнішим є те, що відсоток гумусу на рівні 1,7 % у лісостеповому опідзоленому чорноземі закріплений у Державному стандарті України[14].

Враховуючи, що наприкінці XIX століття В. В. Докучаєвим було відмічено 12–14 % гумусу, стає зрозумілим страшний і поки що невідворотний результат екологічної експансії нашого виду. Вказана тенденція – прямий шлях до утворення бедлендів на місці колись багатющих українських чорноземів. Напевне, шлях до сталості взаємовідносин природи і суспільства, а отже, до збалансованості природокористування лежить у напрямку «вписання» екологічних відносин нашого виду у природні екосистеми, передусім у їхню просторово-часову динаміку. А це, у свою чергу, вимагатиме перегляду існуючого адміністративно-територіального устрою і відродження у сільській місцевості таких спільнот людей, які б вели переважно натуральне господарство. Найцікавіше те, що сучасна сільська родина в Україні вже поставлена на межу виживання і типом своїх речовинно-енергетичних (екологічних?) відносин з місцевими ландшафтами вже дуже близька до натурального господарства. Подібний факт можна оцінити по різному, але, на нашу думку, він є свідченням існування природних інваріантних механізмів регуляції природного середовища, які будуть розглянуті в наступних розділах на прикладі теорії біотичної регуляції.

Традиційно аграрна наука є більш прикладною, ніж фундаменттальною. В цьому її сила і слабкість. У дослідженнях вчених-аграріїв бажання нагодувати народ весь час входить у суперечку з бажанням збереження родючості землі та стійкості біоценозів. І весь час учені не можуть погодитись, що це взаємовиключні речі. Крім того, ринкова економіка спонукає сьогодні аграрну науку до впровадження надінтенсивних технологій, які можуть бути запитані вітчизняними виробниками і допоможуть їм швидко збагатитися, але за умови свідомого руйнування стійкості біосфери. Ще якихось 15–20 років тому польові сівозміни мали 9–12 полів, при цьому обов'язковим було застосування чистого пару. Сьогодні мова вже не йде про чистий пар, а сівозміни названо «короткоротаційними», тобто повна ротація проходить за 4–5 років при переважанні інтенсивних просапних культур.

Сучасні наукові дослідження свідчать про те, що людство дедалі більшою мірою усвідомлює своє місце і роль як об'єктивного фактора

[13] Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни./ В. Г. Горшков;отв. ред. К. С. Лосев. – М.:ВИНИТИ, 1995. – 470 с.; Баланс елементів живлення і гумусу в землеробстві Черкаської області за 2008рік / Ю. І. Кривда., В. Г. Демиденко, Н. М. Терещенко та ін.. – Холоднянське, 2009. – 35 с.; Лосев К. С. Бюджет антропогенного углерода и роль екосистем в его эмиссии и стоке в глобальном и континентальном масштабах. К. С. Лосев //Страны и регионы на пути к сбалансированному развитию: Сб. научн. трудов. – К.: Академпериодика, 2003. – С.36-41.

[14] Якість ґрунту. Показники родючості грунтів. ДСТУ 4362:2004. – К., Держспоживстандарт України, 2006.

життя й розвитку біосфери. Зрештою, людина за своєю сутністю «…може мислити і діяти у планетарному аспекті тільки в царині життя – в біосфері, в певній земній оболонці, з якою вона нерозривно, закономірно пов'язана й піти з якої вона не може… і яку вона неминуче, закономірно, безперервно змінює» (Вернадський,1977). Отже, наявне протиріччя між бажанням нагодувати людство і зберегти стійкість та різноманіття біосфери закономірно замикається на аграрній науці, а актуальність його вирішення набуватиме дедалі більшого значення.

Ставлення до ландшафтів та екосистем як просторово рівнозначних одиниць власне і повинне стати основою уявлень про збалансованість природокористування. Але з точки зору класичної екології, крім цього, повинні враховуватись наступні методологічні положення:

1. З екологічних позицій роль людини як виду *Homo Sapiens* в екосистемах полягає в тому, що вона бере таку ж саму участь в обміні речовиною й енергією, як і будь-який інший біологічний вид. Але якщо оперувати категоріями біогеографії, такими як «ареал», «екотоп», то «ареал поширення» людини, порівняно з іншими видами, визначається нечітко. З глобальної точки зору провести межі (із позицій їхньої двомірності) екосистеми людини практично неможливо.

2. Агроекосистема організована людиною для самопрокорму. В ній, як і в природних екосистемах існують продуценти, консументи і редуценти. Проте якщо в природних екосистемах потоки речовини й енергії з певною часткою наближення приурочені до конкретної території, то в агроекосистемах значна частина біомаси відчужується від території і у більшості випадків мігрує для споживання за багато кілометрів від місця, де вона вироблена. Єдиним екологічно вагомим результатом існування людини як виду *Homo Sapiens* є ґрунт, що являє собою продукт життєдіяльності продуцентів, консументів і редуцентів, які розвиваються в агроекосистемах.

3. Просторові межі агроекосистем формувались поступово в процессі сільськогосподарського освоєння людиною нових територій. Але загальною його рисою для всіх країн і природних зон є те, що початково не людина, а рельєф визначав структуру сільськогосподарських угідь і, отже, співвідношення між продуцентами і консументами в агроекосистемах. Людина к консумент вищого ґатунку ніби задавала функції кожній з ділянок території, формуючи функціональне (з екологічних позицій) використання земель. Так, продовольчі культури (або ті, що екологічно відповідають продуцентам) висівались на ділянках рельєфу крутизною до 3–5°. Фуражні культури (для первинних консументів) до 5–7°. А території на крутих схилах понад 7° використовувалися як сіножаті і пасовища. Таким чином, дотримуючись певного співвідношення сільськогосподарських угідь, «організовуючи» сільськогосподарську територію, людина

штучно окреслювала екотоп як свій, так і інших типів організмів (продуцентів та консументів) в «своїй» екосистемі.

4. Організація сільськогосподарської території є першим етапом на шляху перетворення природної екосистеми в агроекосистему (рис. 1), а межі типів організації сільськогосподарської території формують *природні кордони агроекосистем.*

Процес подальшого освоєння сільськогосподарської території продовжується у напрямку поглиблення спеціалізації сільського господарства на виробництві тих або інших видів продукції. Формування сільськогосподарських районів, або економічних меж агроекосистем є другим етапом перетворення природних екосистем в агроекосистеми. Отже, в *агроекосистемі* формуються *подвійні межі* (рис. 4, 5). Базуючись на тому, що *ґрунти* є одночасно *умовою і разом з тим результатом* сільськогосподарської діяльності людини, а також на тому, що вони пов'язують у просторі-часі природні й економічні межі агроекосистем, ми провели розрахунки балансу речовини в ґрунті.

Він був виражений коефіцієнтом екологічної небезпеки землеробства (Кез), де у чисельнику наводяться всі статті приходу гумусу, а у знаменнику – витрат (Сонько, 1990, 2009). Картування значень Кез показало, що з 429 господарств області значення коефіцієнта більше 1 мають усього 7 господарств.

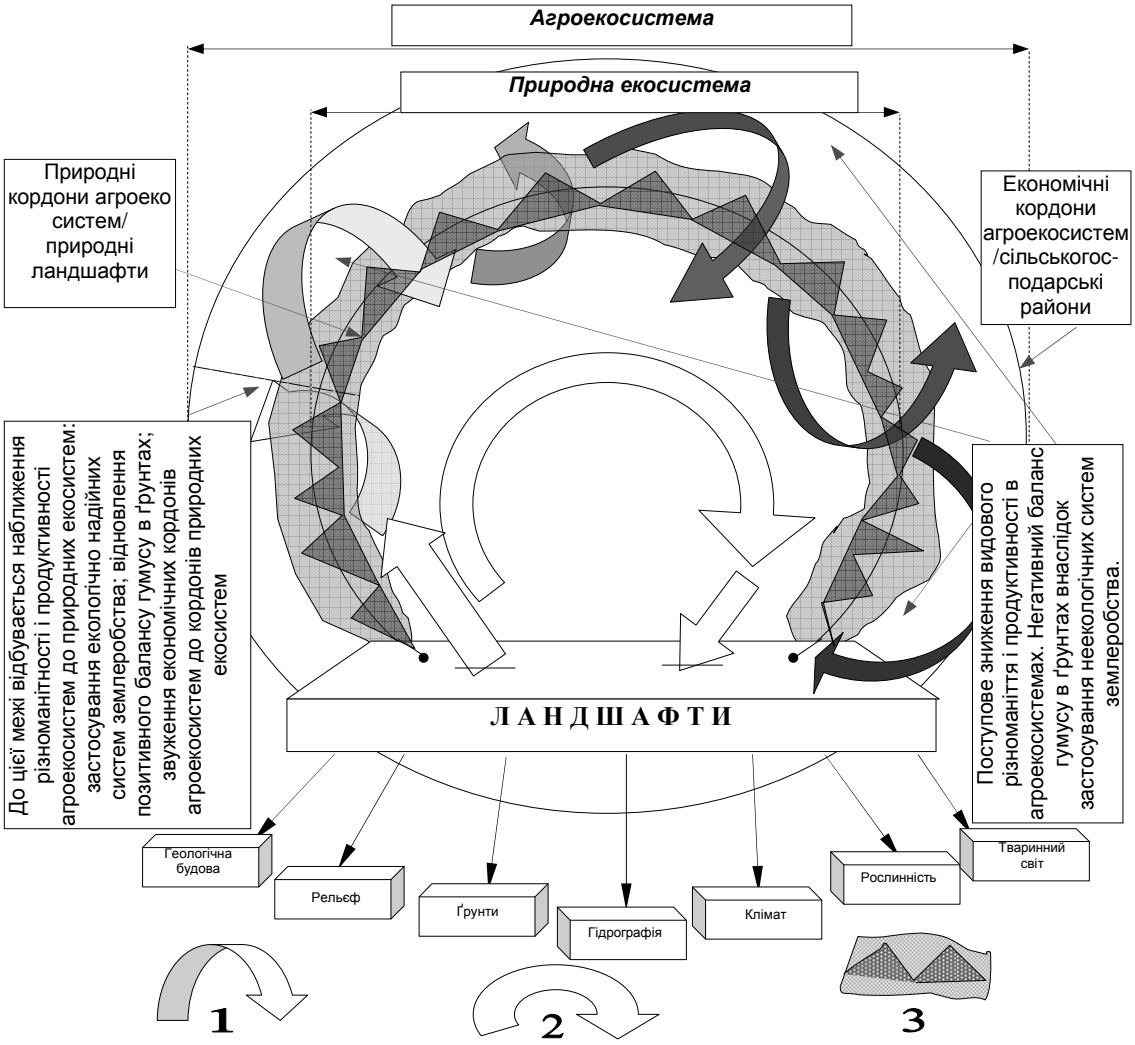


Рис.4. **Динаміка формування агроекосистем:**
1 – потоки речовини та енергії, що формуються в агроекосистемах; 2 – потоки речовини та енергії, що формуються в природних екосистемах; 3 – зона рухомого кордону агроекосистеми

Це означає, що в умовах інтенсивного землеробства (досліджувалися тільки польові зернопаропросапні сівозміни) існує постійний дефіцит речовини й енергії, що призводить до негативного балансу гумусу в ґрунті. Порівняння значень Кез серед господарств Харківської області зі значеннями, розрахованими за цією методикою, для заповідника «Михайлівська цілина» (у середньому 0,3–0,4 по Харківській області і 2,8 по заповіднику) показують, що продуктивність у штучних екосистемах нижча порівняно з природними в 4–6 разів.

Визначальною рисою є те, що при просторовому «наближенні» економічних меж агроекосистем до їх природних меж значення Кез наближаються до 1, а у випадку просторової розбіжності меж – до нуля (рис. 5).

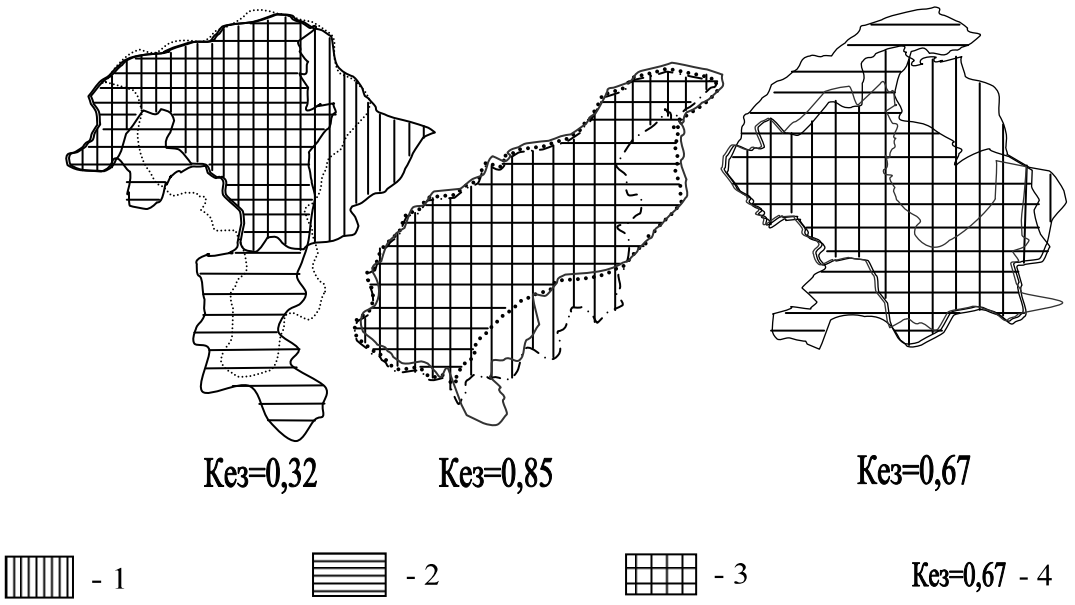


Рис. 5. **Агроекосистеми, ядра яких формуються на території Харківської області:**
1 – сільськогосподарські райони, 2 - типи організації території; 3 – сучасна площа агроекосистеми,; 4 – значення коефіцієнта екологічної небезпеки землеробства

Отже, *сучасна просторова організація агроекосистем з трофічними відносинами, «відірваними» від природних екотопів, є, можливо, однією з головних причин загострення екологічної проблеми.*

Звідси виходить логічне припущення про просторову ідентичність ландшафтів та екосистем, яку підтверджує феномен життя, досліджений ще В. І. Вернадським, «який констатує, що саме життя, матеріалізоване в біоті, формує фації і ландшафти, біоценози і екосистеми–структурні одиниці біосфери чи географічної оболонки. Дійсно, якщо порівняти, наприклад, об'єм стоку в океан зваженої і розчиненої речовини, що досягає 21 Гт на рік, з масою, створюваною на суходолі в процесі фотосинтезу органічної речовини, яка дорівнює 500–1000 Гт, видно, що остання в 20–50 разів переважає перший. Але при цьому треба пам'ятати, що 80–90 % вивітрілого матеріалу, що складають наноси, є також результатом діяльності мікроорганізмів і грибів.

Загальні уявлення і наукові підходи до розгляду проблеми екологічної суті людини виходять з фундаментальних уявлень про біосферу «як цілісний, своєрідно організований і побудований матеріальний об'єкт, що виник близько 4 млрд років тому і в якій існує якісно особлива форма організації матерії – біосферна» (Вернадський, 1977). Отже, пошуки просторових паралелей з ландшафтом на рівні природних екосистем зможуть наблизити до розуміння екологічної суті людини як виду *Homo Sapiens*.

Агроекосистема як екологічна ніша людини. Власне, в агроекосистемі поєднується антропна і соціальна природа людини. Виходячи з логіки розвитку біосфери, такі екосистеми існують, але їх осягнення недоступне описанню тими термінами і категоріями, які складають дослідницький апарат сучасної екології, екосистемології та ландшафтознавства. Найголовнішим процедурним ускладненням у вирішенні цієї неосяжної проблеми є те, що будь-які спроби включити людину як вид (тобто *Homo Sapiens*) або в природні ландшафти, або в природні екосистеми натикаються на гостре неприйняття з боку ортодоксальних наукових шкіл, які мотивують це тим, що «…системи екосистемного рівня організації живого і пов'язані з ними теоретичні й практичні проблеми є всеосяжними, стосуються різних сфер життя людини, найсучасніших і найактуальніших аспектів її наукової і виробничої діяльності» (Голубець, 2000).

Згідно з твердженням цього ж дослідника усе розмаїття живих систем на нашій планеті зводиться до трьох основних рівнів організації: організменного, популяційного та екосистемного. Їм підпорядковані всі відомі в науці ступені організації та рівні дослідження живих структур, в тому числі і людська популяція. Але *Homo Sapiens* володіє деякими унікальними особливостями, які були відмічені ще І. І. Мечниковим: «Члени людського суспільства не можуть бути поділені на статеві особини і на безстатеві, як у комах. Але діяльнісне життя кожного індивідуума має буди розділене на два періоди: на період розмноження і на період безплідний, причому останній має бути присвячений праці, корисній для суспільства. Головна відмінність між суспільствами тварин, і людей зводиться до того, що особини, які входять до складу суспільства тварин, неповні, тоді як в людстві індивідуум досягає вищого ступеня повноти». Виходячи з наведеного, зрозуміло, що самореалізація людської особини у другому періоді її життя здійснюється не на організмовий, а на популяційному чи навіть екосистемному рівні.

Невід'ємною ознакою живої системи є речовинно-енергетичний обмін між живими істотами і середовищем – екотопом, цілісність і самостійність існування. Саме наявність у живій системі одночасно живої і неживої речовини забезпечує в ній можливість безперервного речовинно-енергетичного обміну, функціональну єдність живої природи і середовища її існування, реалізацію її життєвої програми. Проте роль неживої (косної за Вернадським) речовини у життєдіяльності людської популяції дуже особлива. Так, якщо в інших популяціях ця речовина не виходить за біологічні межі організму, входячи (хоч і транзитом) в нього біохімічною складовою, тобто включена на організменному рівні, то феномен популяції людини полягає в тому, що нежива (косна) речовина, взята з природи, здебільшого свідомо виключається людиною з організмового рівня і виводиться на рівень спільного споживання всією популяцією. При цьому таке споживання або «не доходить» до організму, або зовсім

залишає його фізіологічні межі і виходить на рівень «споживчих вартостей» у вигляді будівель, машин, предметів побуту, тобто тих продуктів (безперечно речовинноенергоінформаційного обміну), які підтверджують цілеспрямування цього обміну лише в одному напрямку – вилучення природної косної речовини без її повернення назад у харчові ланцюги екосистем.

Таким чином, перехід від організмового до популяційного рівня є концептуально значимим при усвідомленні екологічної суті людської популяції. Саме на цьому етапі завдяки технічнокультурноперетворювальній діяльності людини з залученням нею косної речовини біосфери формується «уречевлена інформація» у вигляді «споживчих вартостей».

На відміну від суто природних, людська популяція здійснює постійне розширення екотопу з докорінною його енергоречовинноінформаційною трансформацією. При цьому, якщо в природних геобіоценозах цей процес спрямовується на вдосконалення конкурентної боротьби за середовище (однак не виходячи за межі екотопів), то людська популяція давно вже виграла цю конкурентну боротьбу з іншими видами і веде її всередині своєї популяції, тим самим виходячи на екосистемний рівень організації живої речовини.

Таким чином, пошуки екосистеми людини на організмовому рівні не мають сенсу, бо в сучасному суспільстві на рівні однієї особини виду *Homo Sapiens* навіть неможливо прослідкувати у просторі процес метаболізму, особливо, якщо це стосується урбоекосистем. Якщо ж ми умовно будемо включати до метаболізму не лише косну речовину, перероблену на організменному рівні (мінеральні компоненти їжі), а й косну речовину, перероблену на рівні угруповань (трудових колективів) у вигляді споживчих вартостей, то виділення екосистеми людини можливе, швидше за все там, де просторово ще можна поєднати два різних за фізичним станом види включення косної речовини в енергоречовинноінформаційні обмінні процеси. І цей рівень – агроекосистеми. Саме в них частка біотичної та біогенної продукції, задіяної в енергоречовинноінформаційні обмінні процеси набагато вища, ніж косної.

Закріплюючи інформацію в спорудах, машинах та інших споживчих вартостях, людина, *по-перше*, забезпечує подальшу просторову експансію виду *Homo Sapiens*, *по-друге*, сприяє реалізації витрат вільного часу, що є головною рушійною силою розвитку цивілізації. Крім того, це робиться на територіях, які значно перевищують організмовий рівень екотопу. Виникнення знарядь праці змінює відношення людини до природи, передусім тому, що вже не тілесна організація індивідів обумовлює їх відношення до природи, а знаряддя праці як своєрідний додаток до тіла індивіда, що розширює його фізичні можливості. Таким додатком може бути не лише штучне знаряддя, а й вогонь, тобто сила природи. Отже, можна стверджувати, що *екотоп людини в класичному розумінні цього терміна виходить за межі організменного рівня організації виду і обіймає попу-*

ляційний і навіть екосистемний рівень. В зв'язку з цим логічніше говорити про *екологічну нішу з нечітко визначеними просторовими межами.*

На відміну від усталеного уявлення про агроекосистему як вороже біосфері утворення, авторське розуміння агроекосистеми припускає можливість вважати її саме природною екологічною нішею *Homo Sapiens* (Сонько, 2000–2013). *Агроекосистема – природний ландшафт, частково або докорінно перетворений людиною (передусім з позицій речовинно-енергетичного обміну) наближений за своєю екологічною суттю до штучної екосистеми, в якій потоки речовини й енергії свідомо спрямовуються в бік максимізації отримання і подальшого відчуження біомаси.* На доповнення до положень екології про те, що «людина створила свою – штучну екосистему» (Голубець, 2000), наш погляд на проблему таксономії залучає до аналізу передусім *просторовий компонент екосистеми*. Натомість, єдина (але докорінна) відмінність екосистеми людини (штучної, напівприродної, комбінованої, антропогенної, техногенної) від «чистих» природних полягає у свідомій зміні людиною як видом *Homo Sapiens* у процесі ноосферогенезу саме просторової суті екотопу. Людина створює відповідні «пастки» для часу, «пастки» для простору, «пастки» для інформації. Отже, впродовж тривалого періоду (з неоліту) *екотоп Homo Sapiens змінюється екотоном,* тобто не усталеними двовимірним межами, які відокремлювали ареали проживання виду, а перехідними смугами, які ніби «плавають» у географічному просторі. Таким чином, агроекосистема не є чимось антагоністичним стосовно природної екосистеми, а є її просторовим продовженням (рис. 4).

Зазначений підхід до визначення агроекосистем надає певні переваги передусім при вирішенні екологічної проблеми, повертаючи людину у біосферу. Однак головні теоретичні наслідки застосування такого підходу можуть бути корисними й у практичному сільському господарстві:

- Позбавлення нарешті ілюзій щодо відмінності «соціалістичного» та «капіталістичного» природокористування у сільському господарстві. Це природокористування з боку *Homo Sapiens* однаково від'ємне по відношенню до природних екосистем, починаючи з неоліту. За окремими оцінками (Лосєв, 2003), емісія вуглецю в атмосферу лише від землеробства у світі перевищує щонайменше на 10 % його викиди від спалювання викопного палива. Тоді логічним є запитання, наскільки коректним є науковий підхід, закладений у Кіотський протокол і чи не слід вважати сільське господарство більш небезпечною для Біосфери галуззю?

- Тверезa оцінка новітніх технологій у сільському господарстві, особливо у землеробстві, які йдуть із Заходу і які начебто є природо-

зберігаючими, енергозберігаючими, екологічно толерантними. Насправді, поступова відмова від товарного сільського господарства у розвинутих країнах (зокрема, ті ж No-Till технології, які знижують товарність рослинництва на 15–20 % з відповідною фінансовою підтримкою фермерів у США, Німеччині, Голландії та ін.) повинна компенсуватись збільшенням товарного пресу на екосистеми інших країн (що, власне, відбувається сьогодні не тільки в Україні).

- Відмова від антропоцентричного підходу щодо виділення агросфери, соціосфери та інших сфер, якими людина відмежовує себе від природи. Людина є частиною природи і повинна шукати такі форми свого буття, які б не вносили антагонізм у ці відносини. На практиці це означає беззаперечне усвідомлення аксіоми, що *збільшення продуктивності сільського господарства можливе лише за рахунок біологічних ресурсів природних екосистем Землі.* Темпи ж їх відновлення неспівставні у часі і просторі з природними механізмами (Горшков, 1994).

Отже, як це не парадоксально, найближчим часом людство очікує дилема: або частково повертатись до натурального господарства, наукове обґрунтування чого здійснив ще 100 років тому відомий вітчизняний економіст Сергій Подолинський і яке можливо здійснити у межах агроекосистем, або продовжувати розширювати експансію на природні екосистеми планети.

Запрошення до роздумів. Біокорельована концепція як шлях до сталого розвитку, або «Думай глобально!»

«Золотий мільярд» непомітно нас обкрадає, перерозподіляючи глобальні ресурси. Наведена в попередніх розділах невтішна статистика щодо хижацького природокористування свідчить про те, що за останнє століття люди зуміли забруднити, зпустелити і збезлісити не найменшу з планет у Сонячній системі і що на 91 країну припадає сьогодні менше 5 % від всіх непорушених природних територій, що збереглися в світі.

Для того щоб стабілізувати (консервувати) біосферу та нинішній рівень концентрації CO_2 в атмосфері в їх теперішньому стані (за тих само об'ємів енергетичних потужностей і існуючих розмірів населення), людина повинна піти з 1/2 або хоч би з 30 % освоєних нею територій. Але якщо вся площа, займана сьогодні людиною, дорівнює 86 млн км^2, то, отже, мова йде про відродження природних екосистем приблизно на 25–26 млн км^2 територій суходолу. Наприклад, площа всіх заповідних територій найбільшої за площею у світі Російської Федерації (близько 5 % всієї території країни) дорівнює приблизно 0,8 млн км^2. Крім того, непорушені ліси і ветланди займають в ній 6,4 млн км^2, а вся її заліснена

територія – близько 8,8 млн км^2. Нарешті, загальна площа позатропічних лісів, що збереглися на Землі, складає 16,7 млн км^2.

Напевне, це, на перший погляд, невиконуване завдання може бути вирішеним, якщо розбити його на підзавдання або на окремі етапи і фрагменти. Найпершим, найближчим етапом цього завдання, очевидно, повинні стати:

1) збереження територій з поки що уцілілими, непорушеними екосистемами;

2) стабілізація населення Землі.

Тепер розглянемо ті самі 25 млн км^2 природних екосистем, необхідність відновлення яких є достатнім для людства. Насправді поділити цей обсяг по справедливості на всі 146 врахованих країн навряд чи вдасться, адже до їх числа входять і Нідерланди, і Бангладеш з їх майже повністю «вичерпаним» екологічним простором і надзвичайно високою густотою населення (відповідно 400 і 840 чоловік на км^2), і маленькі острівні держави, що не мають достатніх територіальних ресурсів. Тому всі країни світу доцільно поділити на дві або навіть три категорії.

Серед них – *держави-донори*, чия територія і густота населення дозволяють розширити площу їх природних екосистем. Такі, наприклад, Росія і Канада, частково США, країни Скандинавського півострова, значна частина держав Південної Америки, що розвиваються, і так далі[15]. Це країни-донори географічного екологічного простору, територія яких може стати надалі плацдармом для стабілізації біосфери. Але оскільки плодами її так чи інакше скористається весь світ, то природно, що країни цієї групи можна розглядати як *екологічних споживачів*, або *«реципієнтів»*. Є, звичайно, серед них і країни, що не належать однозначно до якості однієї категорії, тобто які займають проміжне положення, наприклад, Пакистан, Китай, ПАР і ін. Але основний фінансово-економічний потенціал в світі зосереджений не там, де ще збереглися острови, острівці й оазиси уцілілої дикої природи. І з цієї точки зору багато хто з країн реципієнтів у свою чергу може виступити в ролі донорів, тільки вже фінансових, і тих, що субсидують витрати на відновлення природних екосистем в інших частинах світу.

---

[15] Особливо цікава в цьому плані патронована Всесвітнім фондом дикої природи (WWF) програма «Еконет» – ідея створення в багатонаселених регіонах, де не збереглося великих природних масивів, мережі екологічних коридорів, співіснуючих з міською, промисловою і транспортною інфраструктурою. За прообраз еконету можна вважати лісозахисні смуги, що закладалися в лісостеповій зоні Росії ще при Докучаєві. На сьогодні, як вважає Б. Родоман, основою для такої мережі можуть стати слабозаселені прикордонні території областей і губерній російського нечорнозем'я – це своєрідні природні резервати, майже готові для формування тут вищезазначених екологічних коридорів (Родоман, 2004).

Останнє особливо стосується індустріально розвинених держав – головних забруднювачів навколишнього середовища й основних джерел емісії парникових газів. Сьогодні вони фактично існують за рахунок своєрідної екологічної ренти, що надається їм країнами з природними екосистемами, що збереглися, тобто *за рахунок споживання чужого екологічного простору*. На жаль, для країн – екологічних донорів рента ця поки що не осмислена на міждержавному рівні, як, втім, невідома і дійсна ціна того, що називається екологічним простором. Позаяк, міські жителі платять, наприклад, за воду (тобто, по суті, за устаткування, видобуток і доставку води), а фермери і власники нерухомості – за землю. Адже ціна землі визначається не стільки тими природними співтовариствами, які на ній «прописані», скільки попитом і пропозицією на ті послуги, які можуть надати ці складові фундаменту життя. Це можуть бути і природні переваги якого-небудь лісопарку, де можна розгорнути курортне будівництво, але частіше мова все-таки йде про родючість землі (з розрахунку на обробіток сільськогосподарських культур), її місцеположення (придатності під міську або промислову забудову) або приховані багатства її надр. Таким чином, *справа завжди стосується тієї або іншої фінансової вигоди, яку можна «витягувати» з освоєної ділянки землі, але ніколи – її цінності як елементу біосфери, що виконує свою частину роботи з підтримки її регіональної і загальнопланетарної стабільності.*

Екологічне значення природних екосистем, а точніше – їх робота зі стабілізації навколишнього середовища свого часу була оцінена в 500 дол. за один гектар[16]. В той же час на 86 млн км^2, зруйнованих екосистем суші людство отримало в 2000 році валовий продукт близько 30–32 трлн дол. І отже, 1 га деформованих або зруйнованих екосистем робить внесок в річний світовий валовий продукт, що дорівнює приблизно 4000 дол. Різниця, як бачимо, майже в 10 разів! *І будь-який економіст, якого не турбує екологічна ситуація, зуміє за бажанням легко довести невигідність збереження природних екосистем.* Але на сьогодні викликає сумніви доцільність таких доказів: адже чиста річкова вода, грибні і ягідні ліси, радість від спілкування з недоторканою дикою природою зникають з ужитку сучасної людини, а думки про майбутнє приводять до зовсім іншої стратегії.

Напевне сьогодні розвинутим країнам належить зробити складний, але необхідний вибір:

- між бумом нестримного споживання і розумним самообмеженням;
- між престижними дорогими програмами, на зразок пілотованих польотів на Місяць[17] або грандіозних олімпійських ігор, і вкладеннями в земне навколишнє середовище, які не обіцяють ніякого швидкого прибутку;

[16] У колишньому СРСР була здійснена спроба шляхом експертних оцінок визначити в грошовому виразі ресурсозберігаючу і ресурсовідновлюючу роль заповідників, тобто вартість їх внеску в стабілізацію біосфери. Оцінка проводилася в рублях і склала, на думку експертів, 2000 руб./га, або в перерахунку за тодішнім курсом долара – 500 дол./га.

[17] А сьогодні вже на Марс. Див.: Електронний ресурс.– Режим доступу : http://go2mars.info

- між національним егоїзмом і заклопотаністю майбутнім усього людства.

Виділяють п'ять основних безпосередніх чинників тиску людини на екосистеми:

1. Втрата, трансформація або фрагментація екотопів природних видів здебільшого за рахунок освоєння земель або акваторій для потреб сільського господарства, аквакультури, промисловості і містобудування, а також в результаті спорудження дамб й інших змін в річкових системах з метою зрошування або регулювання стоку.

2. Надмірна експлуатація диких видів – промисел тварин і рослин для споживання, а також як лікарської або іншої сировини темпами, що перевищують здатність популяцій до відтворення.

3. Забруднення – переважно внаслідок надмірного застосування пестицидів і добрив в сільському господарстві й аквакультурі, скидання комунально-побутових і промислових стоків й утворення відходів в гірничовидобувній галузі.

4. Зміна клімату внаслідок збільшення концентрації парникових газів в атмосфері, основними причинами якого є спалювання викопного палива, зведення лісів і промислові процеси.

5. Чужорідні види, які навмисно або ненавмисно завозяться з одного регіону в інший, де вони стають конкурентами, хижаками або паразитами місцевих видів.

Тяжкий шлях до сталості або глобальний перерозподіл «навпаки». Практичним втіленням і, напевне, реальним шляхом до сталості природокористування може бути біокорельована парадигма розвитку. Автором її є російський теософ П. Протопопов, який запропонував модель економічного розвитку людства, засновану на економічних механізмах, але яка дозволяє радикально зменшити антропогенний прес на біосферу Землі, шляхом значного зниження енергоспоживання і збільшення біоємності країн світу і планети в цілому[18] (рис. 6). Виходячи з постулатів концепції біотичного регулювання і використовуючи методологію Глобальної мережі екологічного сліду (GFN) і Всесвітнього фонду дикої природи (WWF) для розрахунків біоємності і екологічного сліду,[19] дослідник розробив БІО-корельовану парадигму розвитку (БКПР), в основі якої знаходяться декілька основоположних понять і цифр.

---

[18] Електронний ресурс.– Режим доступу : http://images.yandex.com/yandsearch ource=wiz&fp=0&text=Паисий Протопопов.

[19] Екологічний слід – це умовне поняття, що відображає споживання людством ресурсів біосфери. Це площа біологічно продуктивної території і акваторії, необхідної для виробництва використовуваних нами ресурсів і поглинання і переробки наших відходів. Одиницею вимірювання екологічного сліду є «глобальний гектар» (гга), що відповідає одному гектару біологічно продуктивної території або акваторії з середньосвітовою продуктивністю.

Загальна біоємність нашої планети (те, що природа може нам дати) складає 11,9 млрд глобальних гектарів (гга), тоді як екологічний слід людства (те, що ми насправді беремо у природи) дорівнює 18,0 млрд гга (за даними GFN за 2007 р.). Інакше кажучи, ми споживаємо поновлюваних біоресурсів у півтора рази більше, ніж природа нам може запропонувати без збитку для себе (тобто встигнути відновитися).

Всі країни світу поділяються на *екологічних кредиторів* (їх біоємність більше ніж вони споживають) і *екологічних боржників* (екологічний слід споживання більше ніж біоємність країни). На сьогодні ситуація така, що в світі утворилося 104 країни – екологічних боржника, які фактично живуть за рахунок 48 країн екологічних кредиторів. І при всьому цьому їм вдається ні копійки не платити за своє марнотратство[20].

Зважаючи на це, Біо-корельована парадигма розвитку (БКПР) припускає введення по відношенню до екологічних боржників штрафних санкцій у розмірі всього 100 дол. на рік за кожен глобальний гектар перевищення екологічного сліду над біоємкістю країни. За нинішнього екологічного дефіциту 104 країн боржників, що дорівнює 7,41 млрд гга, щорічно набігало б до Світового фонду порятунку планети (СФПП) 741 млрд дол.! Найцікавіше в такому підході те, що така гігантська сума збираних штрафів складає лише 1,5 % сукупного ВВП всіх 104 країн-забруднювачів.

Згідно з тією ж концепцією (БКПР) половина цієї суми – 361 млрд – йтиме щорічно як гранти тим 48 екологічним кредиторам, завдяки біоємності яких біосфера ще якось долає антропогенне навантаження. Ці гранти передбачається *спрямовувати, насамперед, в аграрний сектор у вигляді компенсацій за те, щоб в процесі сільськогосподарської діяльності фермери не втручались в трофічні ланцюги природних екосистем в лісах та інших непорушених біоценозах, давши можливість природним екосистемам почати відновлюватися.*

Наступним найважливішим положенням БКПР є «біоквотування енергоспоживання» країн світу[21], згідно з яким країни з надмірною

[20] Динаміка екологічного сліду свідчить, що людство постійно перевитрачатиме ресурси планети. За даними на 2008 рік, загальна біоємкість Землі складала 12,0 млрд гга або 1,8 гга/чол., тоді як екологічний слід досягав 18,2 млрд гга або 2,7 гга/чол. Різниця між цими показниками означає, що ми знаходимося в ситуації екологічної перевитрати: Землі необхідно півтора роки для повного відтворення поновлюваних ресурсів, споживаних людством за рік. Таким чином, ми проїдаємо наш природний капітал замість того, щоб жити на відсотки з нього.

[21] Суть процедури проста і зрозуміла. Розділивши нинішнє (2007 р.) енергоспоживання нашої цивілізації – 482 квадрілліонов (1015) Британських термічних одиниць (Бте) у рік на величину біоємності планети – 11,9 млрд гга отримуємо значення простого мультиплікатора енергоспоживання з біопродуктивного гектара = 40.518.330,6 (40,5•106) Бте/гга. Далі, перемножуючи біоємність кожної країни на мультиплікатор, отримуємо біокоррельований ліміт енергоспоживання країни. У результаті отримуємо 60 країн, які сьогодні перевищують

біоємністю зможуть заробити на біоенергетичних квотах ще $700 млрд щорічно. Володіти багатою біоємністю стане не тільки престижно, але й економічно дуже вигідно. За цим критерієм світ поділяється рівно навпіл. З 152 країн світу з населенням більше мільйона жителів 76 країн виграють у фінансовому плані і ще 76 країн програють, виплачуючи більше, ніж отримують.

Настане усвідомлення такого фундаментального поняття, як *невід'ємне право кожного громадянина Землі на особисту територію для прокорму, що дорівнює 2,63 глобальним гектарам*. У зв'язку з цим, біоємність планети сьогодні може реально забезпечити без збитку для себе, життя не більше 4,5 мільярдам осіб, тоді як 107 країнам з біоперевищеним населенням доведеться вживати серйозних заходів (можливо, на зразок китайських) щодо зменшення свого населення на 2,5 мілрд осіб. Тим більше, що це може принести вказаним країнам реальну економічну вигоду у вигляді зменшення екологічних штрафів і виплат за понадлімітне енергоспоживання.

Таким чином, Біокорельована парадигма розвитку (БКПР) ставить перед світовою спільнотою три важливих завдання:

1) зменшити екологічний слід людства з нинішніх 18,0 млрд гга до 11,9 млрд гга (до рівня біоємності планети);

2) зафіксувати квотування енергоспоживання на рівні 40,5 Бте/гга, з поступовим зниженням його значення до рівня 26,8 Бте/гга (коли екослід людства дорівнюватиме біоємності планети);

3) ввести пряму демографічну залежність від біоємкості країни. Стандарт «особистої території» в 2,63 гга на людину повинен стати всесвітньою нормою, яка за нинішньою біоємності планети обмежить кількість жителів планети 4,5 млрд осіб[22]. Ну а потім поступово можна буде піднімати планку біозабезпеченості людини і до 5 глобальних гектарів на кожного жителя.

Таблиця 1

Річна економічна цінність деяких екосистемних послуг Землі

Екосистеми, біоми	Площа,	Питома цінність екосистемних	Загальна цінність екосистемних

біоенергетичний ліміт і які надалі купуватимуть квоти для тих, що не отримують паливно-енергетичні ресурси від останніх 92 країн з надмірним біоенергетичним лімітом. Торгівля енергетичними квотами здійснюватиметься на спеціалізованій біржі МФСП за поточними ринковими цінами. Наприклад, сьогодні одна квота = 1 млн БТЕ, а її вартість 3,875 дол.

[22] Середній екологічний слід росіянина – 4,36 глобальних гектарів. Це означає, що якби всі люди жили, як середній росіянин, для відновлення природних ресурсів знадобилося б 2,5 планет. Якби всі люди жили, як середній індонезієць, в сукупності вони використовували б всього 2/3 загальній біоємності планети. Якби кожна людина споживала на рівні середнього аргентинця, людству знадобилася б більше половини планети на додаток до існуючої Землі, а якби всі споживали на рівні середнього жителя США, для відновлення природних ресурсів, які щорічно витрачаються людством, знадобилися б 4 Землі.

	млн га	послуг на рік, дол. США на 1 га	послуг на рік, млрд дол. США
Морські			
Океан	33220	252	8381
Гирла великих рік	180	22832	4110
«Морські плантації»	200	19004	3801
Коралові рифи	62	6075	375
Шельф	2660	1610	4283
УСЬОГО	36302	–	20949
Наземні			
Тропічні ліси	1900	2007	3813
Бореальні ліси та ліси помірного поясу	2955	302	894
Луги і степи	3898	232	906
Болота й інші ветланди	330	14785	4879
Озера і ріки	200	8498	1700
УСЬОГО, включаючи біоми, що не отримали оцінку	15323		12319

У багатьох країнах, які мають в своєму розпорядженні значну біоємість, останне не відбивається на загальному об'ємі національного екологічного сліду. Наприклад, питомий екологічний слід Болівії становить 2,6 гга/чол., тоді як питома біоємність території країни дорівнює 18 гга/чол. Але ця біоємність може «експортуватися» і використовуватися іншими країнами. Наприклад, екологічний слід одного громадянина Об'єднаних Арабських Еміратів становить 8,9 гга, тоді як країна має на своїй території лише 0,6 гга біоємності на душу населення. Тому задоволення потреб жителів ОАЕ залежить від ресурсів інших країн. У міру посилення дефіциту природних ресурсів конкуренція за них загострюється; ймовірно, розрив між країнами, багатими і бідними на природні ресурси, буде важливим геополітичним чинником.

Біосферні функції природних екосистем, що забезпечують самозбереження життя на Землі, – це світовий ресурс, який не може бути оцінений у вартісних показниках або, точніше, така оцінка повинна бути свідомо завищеною у багато разів, щоб зробити будь-яку господарську діяльність, спрямовану на знищення природних екосистем, що залишилися, свідомо збитковою. Інакше існує велика небезпека того, що досягнутим достатком трансгенних біоресурсів просто нікому буде користуватися. Напевне, такий підхід повинен стати провідним у сучасній економічній теорії, а особливо – в економіці природокористування.

Свій особистий екологічний слід можна підрахувати за допомогою онлайн-калькулятора WWF (http://wwf.ru/resources/footprint/calculator), але реально зменшити його можна, дотримуючись наступних порад:

1. Встановіть лічильник для більш економічного споживання електроенергії.

2. Перевірте, чи добре утеплені вікна і двері у вас вдома.

3. Встановіть регулятори тепла для батарей.

4. Встановіть у своїй квартирі прилади обліку гарячої та холодної води.

5. Регулярно розморожуйте холодильник.

6. Розведіть власний садок – в квартирі або на дачі – і створіть «дику природу» навколо себе.

Розділ 1.2. Екологічна стійкість, збалансованість та толерантність

Терміни, поняття, визначення. Інтенсивність природокористування від якої залежить його стійкість, збалансованість та толерантність є прямо похідною від напрямків і типів взаємовідносин людини та довкілля. Взаємовідносини людини з природою реалізуються шляхом використання природно-ресурсного потенціалу. Ці взаємовідносини можуть мати *умисний або ненавмисний* характер. *Перші* виникають у процесі матеріального виробництва з метою задоволення певних потреб суспільства; вони заздалегідь плануються, фінансуються, координуються, наприклад: видобування мінеральної сировини, вирубка лісів, спорудження ГЕС тощо. *Ненавмисний вплив* – це побічний наслідок умисного впливу людини на природно-ресурсний потенціал (наприклад, під час спорудження ГЕС відбуваються підтоплення і заболочування прилеглих до водосховища територій, сільськогосподарське виробництво часто є причиною забруднення поверхневих і підземних вод тощо).

При цьому як умисний, так і ненавмисний вплив людини на природно-ресурсний потенціал може виявлятися *прямо або опосередковано*. *Прямий вплив* відбувається у процесі безпосередньої дії господарювання на природне середовище (наприклад, зрошення зволожує ґрунт, зменшує температуру повітря, змінює умови зростання рослин). *Опосередкований вплив* проявляється, як правило, внаслідок ланцюгів взаємопов'язаних дій (наприклад, вплив запилення атмосфери над промисловими центрами на кількість і якість сонячної радіації тощо). Звичайно, кожен із цих видів впливу людини на природне середовище у «чистому» вигляді майже ніколи не трапляється, але разом вони істотно позначаються на трансформації будь-яких видів природних ресурсів, у зв'язку з чим їх практичне оцінювання неможливе без урахування наслідків господарської діяльності людини. Розрізняють такі *типи господарського впливу людини на природне середовище:*

– *прямий тип* полягає в експлуатації природних ресурсів, що використовуються як предмети праці й активної частини засобів праці.

Сюди належать видобування мінеральних ресурсів, рибальство, сільськогосподарська обробка земель, використання води з метою зрошення тощо. Прямий вплив зумовлює потік речовин у виробництво, який постійно поповнюється, для отримання корисних продуктів;

– *фіксований* – це знищення природних ресурсів (замість активного їх використання) з метою розвитку виробництва, інфраструктури, містобудування. До цього типу впливу належать: вилучення родючих земель під забудівлю, складання відходів виробництва, знищення лісів під населені пункти і промислові об'єкти, втрата заплавних луків під водосховища, загибель прохідних риб у зв'язку зі спорудженням гребель та ін. При цьому потік речовин одночасний, не постійний і не поповнюється. Фіксований вплив не виникає сам по собі, він супроводжує інші види впливу і тому є неминучим, як і прямий вплив;

– *побічний* тип впливу – вихід у природне середовище забруднюючих речовин та енергії, що супроводжують процеси отримання корисної продукції і обробки відходів, у кількостях, які перевищують можливості природного самоочищення середовища. Для цього типу впливу характерні скиди підприємствами стічних вод, техногенні викиди в атмосферу, проникнення у ґрунти пестицидів тощо. Тобто побічний вплив – це потік відходів з виробництва у природу. Безпосереднім результатом такого впливу є забруднення природного середовища.

Стан природного середовища в процесі природокористування може бути таким:

1) *природний (натуральний)* – не змінений безпосередньо господарською діяльністю людини (місцева природа зазнає лише слабкого впливу від глобальних антропогенних процесів);

2) *рівноважний* – швидкість відновлювальних процесів вища або дорівнює темпові антропогенних порушень;

3) *кризовий* – швидкість антропогенних порушень перевищує темпи самовідновлення природи, але ще не відчувається корінної зміни природного середовища;

4) *критичний* – коли під антропогенним тиском відбувається заміна вже наявних екосистем на менш продуктивні (наприклад, часткове спустелювання).

Перші два стани природного середовища відповідають раціональному природокористуванню, а останні два характерні для нераціонального природокористування і спричиняють порушення екологічної стійкості території. Наприклад, багато видів природних ресурсів (лісові, водні, паливно-енергетичні), що виконують основні функції життєзабезпечення (харчування, захист населення від переохолодження та ін.), близькі до вичерпання. Загалом в Україні найефективнішими вважаються рекреаційні, мінеральні та земельні природні ресурси. Вони впливають на сучасну

й перспективну спеціалізацію, рівень та інтенсивність розвитку господарства, з ними пов'язані першочергові заходи щодо подальшої раціоналізації природокористування в окремих регіонах.

Стан природного середовища в результаті природокористування визначається через *оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС).* ОВНС включає комплекс взаємозалежних дій: виявлення, аналіз, оцінку та облік у проектних рішеннях прогнозованих впливів на довкілля чинного проекту; зміни у природному середовищі як наслідок цих впливів; суспільні наслідки, до яких приведуть зміни у природному середовищі. Згідно з Міжнародною конвенцією визначено *перелік видів господарської діяльності, які чинять найбільший вплив на НПС :*

– нафтоочисні заводи, установки газифікації і спалювання вугілля, бітумних сланців продуктивністю понад 500 т/добу;

– теплові електростанції, АЕС потужністю понад 300 МВт;

– установки регенерації палива і переробки радіоактивних відходів;

– установки для доменного і мартенівського виробництва, підприємства кольорової металургії;

– установки для вилучення, переробки нафти та перетворення азбесту продуктивністю понад 200 т/рік;

– хімічні комбінати;

– будівництво автомагістралей, швидкісних доріг, залізниць, аеропортів;

– нафто- і газопроводи великого діаметра;

– торговельні центри (супер-, максі- та гіпермаркети);

– установки з видалення відходів для спалювання, хімічної переробки чи поховання токсичних і найнебезпечніших відходів;

– великі греблі й водосховища;

– водозабори підземних вод з річною витратою понад десять млн $м^3$;

– виробництво целюлози й паперу продуктивністю понад 200 т/добу;

– видобуток вуглеводнів на континентальному шельфі;

– великі склади для зберігання нафтових, нафтохімічних і хімічних продуктів;

– вирубування лісу на великих площах.

Таким чином, сталість природокористування уявляється у вигляді певного рейтину регіонів світу, держав, галузей виробництва, окремих підприємств за наведеними ознаками і показниками, а також з урахуванням головної вимоги – можливості (чи неможливості) підтримувати здатність природних екосистем до самовідтворення.

1.2.1. Уявлення про екологічну стійкість та екологічну толерантність

Теорія біотичної регуляції – основа уявлень про стійкість. Різноманітні варіанти вживання, пряма спекуляція та інколи відверте невігластво щодо застосування терміну «сталий» примушують розглянути його з позицій природничих наук та філософської онтології. Багатьох науковців останнім часом усе більше дивують словосполучення «сталий розвиток житлово-комунального господарства», «сталий розвиток туризму» та інші, так само як і «брудна» чи «чиста» екологія. Відтак, «сталість», винесена в назву найбажанішої екологічної стратегії людства, вимагає спеціального дослідження. Найкраще поняття сталості стосовно живих організмів і біотичних систем досліджене в монографії відомого російського біофізика, автора теорії біотичної регуляції В. Г. Горшкова під назвою «Физические и биологические основы устойчивости жизни» (Горшков, 1997). На думку автора теорії, біота може регулювати глобальні концентрації біогенів у зовнішньому середовищі біосфери[23]. Біота не може змінювати такі характеристики глобально-космічної природи, як потік сонячної радіації за межами атмосфери, швидкість обертання Землі, величину приливів і відливів, рельєф місцевості та вулканічну діяльність. Проте несприятливі зміни і випадкові флуктуації цих характеристик біота може компенсувати шляхом спрямованої зміни керованих нею концентрацій біогенів навколишнього середовища, аналогічно дії принципу Ле Шателье у фізичних і хімічних стійких станах. Механізм цієї регуляції приблизно такий.

Температура земної поверхні при заданому потоці сонячного випромінювання визначається концентраціями атмосферних газів, в основному пари води і двоокису вуглецю, що створюють парниковий ефект, і величиною альбедо-коефіцієнта віддзеркалення сонячного випромінювання атмосферою і земною поверхнею. Сучасна середня приземна температура становить 15°С. Зміна цієї величини на 100°С в будь-який бік призвела б до загибелі всього життя. Тому біотично регульовані процеси і концентрації речовин повинні визначати прийнятні для життя значення таких характеристик навколишнього середовища, як температура, спектральний склад сонячного випромінювання, що доходить до поверхні Землі, режим випаровування і опадів на суходолі.

Дія біоти на навколишнє середовище зводиться до синтезу органічних речовин з неорганічних, розкладання органічних речовин на неорганічні складові і, відповідно, до зміни співвідношення між запасами органічних і неорганічних речовин у біосфері[24]. Швидкість синтезу органічних речо-

[23] У природничих науках термін «біота» був введений для об'єднання двох понять: фауни і флори. Навколишнє середовище включає речовини й організми біоти, з якими взаємодіє кожний живий організм.

[24] Під потужністю біоти слід розуміти її продукцію, виміряну в енергетичних одиницях.

вин визначає продукцію, а швидкість їх розкладання – деструкцію. Оскільки органічні речовини, що входять до складу живих організмів, мають відносно постійне співвідношення хімічних елементів, то продукцію і деструкцію вимірюють переважно в одиницях маси органічного вуглецю. В середньому при синтезі 1 грама органічного вуглецю біоти поглинається (а при розкладанні виділяється) 42 кдж (Одум, 1986). Продукція або деструкція 1 т органічного вуглецю на рік відповідає поглинанню або виділенню енергії з потужністю 1,3 кВт.

Біота здатна створювати локальні концентрації біогенів у навколишньому її середовищі, що відрізняються на величини близько ста відсотків від концентрацій в зовнішньому середовищі (де живі організми не функціонують), тільки у тому випадку, коли потоки синтезу і розкладання органічних речовин, що припадають на одиницю земної поверхні (продуктивність і деструктівність), переважають фізичні потоки перенесення біогенів. Така ситуація має місце в ґрунті, де фізичні потоки дифузного розпливання біогенів значно менші за біологічну продуктивність. Саме тому ґрунт і збагачений органічними речовинами та необхідними для рослин неорганічними сполуками порівняно з шарами земної поверхні, що знаходяться нижче, де живі організми відсутні. Отже, локальні концентрації біогенів у ґрунті регулюються біотично[25]. Так само і біота океану утримує атмосферну концентрацію CO_2 і зберігає приземну температуру на прийнятному для життя рівні.

Наприклад, надлишок вуглекислого газу в зовнішньому середовищі може бути переведений біотою у відносно малоактивні органічні форми. Навпаки, брак вуглекислого газу в зовнішньому середовищі може бути поповнений за рахунок розкладання органічних запасів. Такі запаси органічної речовини містяться в гумусі ґрунту, торфі і розчиненій органічній речовині океану (океанічному гумусі). У них зосереджено більше 95 % всієї органічної речовини біосфери. Саме за допомогою цих запасів органіки підтримується постійна концентрація не тільки вуглекислого газу, але й кисню в атмосфері та в океані. Запаси органічного і неорганічного вуглецю в біосфері збігаються за порядком величини. Так, доведено, що глобальні середньорічні потоки біологічного синтезу і розкладання органічних речовин збігаються з точністю до чотирьох значущих цифр, тобто компенсують один одного з відносною точністю близько 10^{-4} .

Відношення сучасного запасу неорганічного вуглецю в біосфері (продукти вулканічної діяльності) до його чистого геофізичного потоку має близько ста тисяч років. Тобто за мільярд років цей запас повинен був зрости в десять тисяч разів, чого не відбулося. Отже, існує компенсаторний процес, яким є накопичення органічного вуглецю в осадових породах. Дослідження показали, що запаси органічного вуглецю, накопичені

[25] Напевне, це може слугувати головним аргументом у дискусіях щодо подальшої хімізації землеробства.

приблизно за мільярд років і дисперсно розподілені в осадовому шарі завтовшки близько кілометра, дійсно перевершують запаси і неорганічного, і органічного вуглецю в біосфері на чотири порядки (Горшков, 1997). Звідси також однозначно витікає, що чистий геофізичний потік неорганічного вуглецю в біосферу і потік поховання органічного вуглецю в осадових породах (дорівнює різниці продукції і деструкції) в середньому збігалися з точністю до чотирьох значущих цифр, тобто з відносною точністю 10^{-4}. Отже, впродовж геологічних періодів часу біота контролює до восьми значущих цифр у величинах продукції і деструкції, тобто роздільна здатність природної біоти виключно висока, бо випадкові збіги величин з такою точністю неймовірні.

Цей контроль біотою величин продукції і деструкції спрямований насамперед на забезпечення високого рівня екологічної толерантності усіх своїх видів, створюючи у них своєрідний «резерв» екологічної пластичності. Так, кількість кисню в атмосфері на три порядки перевершує кількість кисню, необхідну для розкладання всього органічного вуглецю біосфери. Це пов'язано з тим, що при синтезі органічного вуглецю, похованого в осадових породах, кисень, що вивільняється при цьому, не залишається в них, а надходить у вільному вигляді в біосферу. Процес «поховання» органічного вуглецю в осадових породах, потік якого складає десятитисячну частину біологічної продукції в біосфері, забезпечує постійність концентрацій кисню і вуглекислого газу в біосфері[26].

Лише за останні 2–3 століття людина почала активно використовувати викопне паливо у вигляді концентрованих родовищ вугілля, нафти, природного газу, які містять тисячну частину величини загального органічного вуглецю осадових порід, почавши тим самим розтрачувати стратегічний запас біосфери, створений нею впродовж проміжків часу, неспівставних з життям не лише декількох людських поколінь, а й навіть декількох геологічних епох. Таке накопичення свідчить про те, що у біосфері відбувається біотична регуляція концентрацій речовин і виконується принцип Ле-Шательє[27]. Принцип Ле-Шательє, що характеризує стійкість системи, виражається в тому, що швидкість поглинання вуглецю біотою (при відносно малих збуреннях навколишнього середовища) пропорційна

[26] Похований в осадових породах органічний вуглець вибув з біологічного кругообігу і, отже, не повинен включатися до поняття «біосфери». Ці запаси залишаються недоторканними для всієї природної біоти.

[27] За принципом Ле-Шательє–Брауна, реакція рівноважної термодинамічної системи на будь-яке збурення відбувається таким чином, щоб зменшити наслідки цього збурення. Принцип виводиться з умови максимуму ентропії при термодинамічній рівновазі. Таким чином, він справедливий тільки для рівноважних систем. Для дисипативних систем у далеких від рівноваги станах він незастосовний. Принцип Ле-Шательє– Брауна названий на честь французького хіміка Анрі Луї Ле-Шательє і німецького фізика Карла Фердинанда Брауна.

приросту концентрації вуглецю в навколишньому середовищі по відношенню до незбуреного доіндустріального стану. При виконанні принципу Ле-Шательє коефіцієнт пропорційності має бути позитивним. Аналіз швидкості викидів викопного вуглецю і накопичення вуглецю в атмосфері дозволяє встановити поведінку цього коефіцієнта в часі для континентальної біоти в цілому. До початку XX сторіччя біота суходолу підкорялася принципу Ле-Шательє, тобто була слабо збурена людиною. В цей час біота Землі ефективно компенсувала всі дії людини на біосферу і проблеми забруднення навколишнього середовища не виникало.

Непорушені природні екосистеми – запорука сталості. Отже, природна біота Землі влаштована так, що здатна з високою точністю підтримувати придатний для життя стан навколишнього середовища. Співтовариства природних видів біосфери повністю визначають і підтримують стан навколишнього середовища, в якому існує людина. З цього виходить, що охорона природи, збереження природних співтовариств всіх диких видів (біоти) і знаходження величини порогу припустимих збурень біосфери є головним життєво важливим завданням світової спільноти.

Насправді, біота розвиває гігантську величину біологічної продукції, неспівставну з необхідністю компенсації несприятливих геофізичних процесів (на чотири порядки вищу). Неначе «знає» про те, що геофізичні процеси не постійні і що їм притаманні великі флуктуації типу катастрофічних вивержень вулканів, падіння великих метеоритів та ін. Якби біота поволі відновлювала нормальний стан навколишнього середовища, то багато видів було б вимушено тривалий час існувати в незручних для себе умовах. Таке положення могло б призвести до швидкого вимирання видів і руйнування здатності біоти компенсувати збурення навколишнього середовища.

Величезна потужність продукції, досягнута біотою, дозволяє їй відновлювати будь-які природні порушення навколишнього середовища в найкоротші терміни, за десятки років. Отже, такі нетривалі проміжки часу порушення навколишнього середовища безпечні для будь-яких видів живих організмів.

З іншого боку, величезна потужність, що розвивається біотою Землі, таїть в собі приховану небезпеку швидкого руйнування навколишнього середовища. Якщо скорельована взаємодія видів у природних співтовариствах біоти буде порушена, то навколишнє середовище може повністю спотворитися за десятки років. Якщо ж вся біота буде знищена, то за рахунок геофізичних процесів навколишнє середовище зможе на стільки ж спотворитися тільки за сотні тисяч років. Тому порушення структури природної біоти в результаті антропогенного впливу *становить для біосфери небезпеку в десять тисяч разів більшу, ніж абсолютне знищення біоти*, тобто повне зпустелювання земель. Саме це є причиною того, що оптимальна продуктивність підтримується природною біотою на рівні, до-

статньому для компенсації всіх зовнішніх природних збурень, але який майже скрізь набагато нижчий за рівень максимально можливої продуктивності.

Саме тому *прагнення штучно довести продуктивність агро-, сильва- і марикультури до максимально можливого рівня завжди приводить до найбільшого збурення навколишнього середовища. Саме в цьому з позицій теорії біотичної регуляції полягає найбільша небезпека агроекосистем для біосфери.*

В даний час відбуваються глобальні зміни навколишнього середовища, за яких атмосферна концентрація вуглекислого газу (CO_2) швидко збільшується. Це підсилює парниковий ефект і може привести до зростання приземної температури. Збільшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері довгий час пов'язували тільки зі спалюванням викопного палива (вугілля, нафти, газу). Крім того, природно було чекати, що біота суші й океану реагує на це збільшення відповідно до принципу Ле-Шательє, поглинаючи надмірний вуглекислий газ з атмосфери. Проте глобальний аналіз землекористування вказує на те, що на значних освоєних територіях континентальної частини біосфери кількість органічного вуглецю не збільшується, а зменшується, причому швидкість викиду вуглецю в атмосферу з континентальної біоти і органічних запасів ґрунту збігається за порядком величини зі швидкістю викидів викопного вуглецю від спалювання вугілля, нафти, і газу. Отже, сучасна біота порушує принцип Ле Шательє.

Внесок агроекосистем у «сталість» біосфери. З початку XX сторіччя біота суходолу перестала поглинати надлишок вуглецю з атмосфери. Навпаки, вона почала викидати вуглець в атмосферу, збільшуючи, а не зменшуючи забруднення навколишнього середовища, спричинене промисловими підприємствами. Це означає, що структура природної біоти суходолу виявилася порушеною в глобальних масштабах. Враховуючи, що вся господарська діяльність людини спрямована на перетворення біосфери, можна оцінити поріг антропогенної дії, починаючи з якої принцип Ле-Шательє в біоті перестає діяти, *тобто біота і навколишнє її середовище втрачають стійкість.*

У доіндустріальну епоху площі експлуатованих земель складали менше 5 % території суші, на яких людина використовувала не більше 20 % продукції біоти. В результаті загальна антропогенна частка споживання продукції біосфери не перевищувала 1 %. Сучасна частка антропогенного споживання продукції біосфери на порядок більше цього значення, тобто 10 %.

З даних про зміну глобального кругообігу вуглецю витікає, що, з одного боку, поріг припустимої дії на біосферу свідомо набагато менше сучасної частки споживання людиною, тобто величини близько десятків відсотків. З іншого боку, біосфера, мабуть, ще зможе компенсувати будь-які збурення, викликані людством, частка споживання якого не перевищує 1 %

продукції біосфери. Біосфера впродовж тисячоліть могла підтримувати людство, яке не знало, що таке охорона навколишнього середовища, яке освоїло всю Європу і значну частину Азії і Америки. З викладеного можна вивести *дві аксіоми сталого (збалансованого) природокористування,* які мають *безпосереднє відношення до агросфери і використання біоресурсів:*

1. Домашні тварини і культурні рослини, що вирощуються людиною, всі їх генетичні модифікації та вдосконалення, а також присадибні ділянки, сади і парки, які не володіють внутрішньою стійкістю і скорельованістю, не повинні включатися в поняття природної біоти, а їхня подальша штучна підтримка людиною *лише сприяє збуренню біосфери.*

2. Сталість природокористування в агросфері (і не лише в агросфері) можлива при такому стані біоти і зовнішнього середовища, що оточує її і що взаємодіє з нею, при якому збурення *є нижчими за поріг порушення дії принципу Ле-Шательє.*

У зв'язку з цим виникають два найважливіші питання, найбільш вірогідні відповіді на які можна отримати шляхом дослідження структури сучасної біосфери.

Перше питання (чи вийшла в даний час біосфера необоротно зі стійкого стану або ж вона ще здатна повернутися в колишній стійкий стан після істотного скорочення сучасного антропогенного збурення?) має наступну відповідь. Сучасний стан біосфери здатний до повернення у попередній стійкий стан *за умови скорочення антропогенного збурення на порядок величини* (тобто вдесятеро).

Чи існує інший стійкий стан біосфери, в який вона може перейти при подальшому зростанні антропогенного збурення, – це друге питання, відповідь на яке полягає в тому, що іншого стійкого стану біосфери не існує, і при збереженні або зростанні сучасного антропогенного збурення стійкість навколишнього середовища буде зруйнована.

Викладене вище допоможе нам сформулювати уявлення про фізичний стан сталості і про термін «сталість», винесений в назву «Концепції сталого розвитку» та «Стратегії сталого розвитку». Як бачимо, *сталість біосфери залежить від кількості і тісноти скорельованості видів у живій природі (біоті).* Напевне, такий скорельований стан біоти більш популярною мовою можна позначити як «біорізноманіття». І за такого підходу, *боротьба за збереження біорізноманіття переростає з вузько спрямованої забаганки купки пришелепкуватих біологів (як часто помилково вважається) до завдання непересічного глобально-екологічного значення.*

Маючи потужні наукові традиції і масштабні громадські ініціативи у дослідженні біосферних процесів представники західних наукових шкіл заклали саме цей внутрішній зміст у термін *«Sustainable development»,* під яким розуміють такий *розвиток, який задовольняє потреби теперішнього часу, але не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задоволь-*

няти свої власні потреби. В той же час такий розвиток «у жодному випадку не може ставити під загрозу природні системи, від яких залежить життя на Землі: атмосферу, водні ресурси, ґрунт і живі організми» (Наше спільне майбутнє, 1989).

Не випадково першими ідею сталого розвитку висунули економічно успішні країни, які вже давно зруйнували свої власні природні екосистеми і раніше за інших усвідомили ті екологічні наслідки, що спричинить решті світу спроба повторити їхній шлях. Отже, попередження, яке пролунало в Ріо-де-Жанейро, про те, що глобальна екосистема насправді виснажувана, що в економіці необхідний облік екологічного чинника і що технічний прогрес далеко не завжди еквівалентний прогресу соціальному, показало, що проблема ця нарешті стала фактом суспільного усвідомлення.

Проте світова спільнота ще не має якогось сформованого погляду на суть стійкого розвитку. А оскільки його теоретична база знаходиться ще в стадії формування, різночитання в тлумаченні цього терміна поки, на жаль, неминучі. Причому особливий різнобій виникає там, де мова йде про принципову сумісність сталості і зростання або про співвідношення *зростання і розвитку* з характерним змішуванням і навіть плутаниною з вживанні двох останніх понять.

Головним висновком з цього розділу, співзвучним з аксіомою в аспекті природокористування в агросфері, буде такий: незважаючи не те, що агроекологія є частиною «великої» екології, у них *зовсім різні завдання:*

– *агроекологія науково обґрунтовує збільшення виробництва сільськогосподарської продукції,* намагаючись підтримати на високому рівні родючість ґрунтів, зменшити застосування пестицидів, поліпшити якість обробітку ґрунту, не допустити внесення надмірних доз NPK, але в той же час отримати максимальні врожаї та екологічно чисту продукцію і заробити великі гроші вже сьогодні, і не визнаючи, що це взаємовиключні речі;

– *велика екологія шляхом наближення природокористування в агросфері до біосферних механізмів намагається розтягнути у часі* головний ресурс біосфери – природну родючість ґрунтів – і таким чином дати надію наступним поколінням на отримання своєї частки біоресурсів планети.

Формування уявлень про екологічну толерантність людської діяльності. Існує думка, що *сталість і розвиток* суперечать один одному, а тому від чогось одного потрібно відмовитися. Варто нагадати, що, з точки зору філософської онтології, *розвиток є окремим випадком руху*, і навпаки (рух до цивільного суспільства, рух до соціального рівноправ'я і тому подібне). А *стійкість руху* – одне з найважливіших понять у математиці, де останнє ототожнюється зі зміною, а перше – з інваріантністю, тобто постійністю якого-небудь відношення або властивості об'єкта, що зберігається при будь-яких змінах (у конкретному фіксованому класі).

У такому разі розвиток цивілізації, соціальної групи або економічної системи в той або інший період *можна вважати за сталий, якщо він зберігає якийсь інваріант*, особливо якщо мова йде про такі істотні властивості системи, від яких залежить її виживання. Для цивілізації в цілому таким *інваріантом є та межа її тиску на навколишнє середовище*, за якою вичерпуються адаптаційні можливості біосфери і починається її незворотна деградація. Певною мірою у цьому твердженні закладене уявлення про рівень толерантності природного середовища до будь-якої цивілізації. Але, на відміну від екологічної толерантності у відповідному законі Шелфорда, така толерантність розглядається зі зворотним знаком. Це дозволяє говорити про наступне.

Будь-яка цивілізація, країна, галузь господарства, підприємство у своїх зв'язках із природним середовищем можуть чинити різний рівень шкідливого впливу, який можна розглядати як один з екологічних факторів середовища, до якого біота може різною мірою пристосовуватись: елімінувати, нівелювати, зводити нанівець, нарешті, «звикати» відповідно до закону екологічної толерантності Шелфорда.

Саме *забезпечення такої можливості для скорельованих живих організмів (біоти) може визначати рівень екологічної толерантності галузі.* Такий підхід не протирічить головному змісту латинського слова *«tolerantia»* – терпіння і англійського *«tolerance»* – терпимість. Але в нашому випадку радикально змінюється наголос. Буквально, *толерантність промисловості (різних галузей), країни, цивілізації розглядається як забезпечення можливості біоти реалізувати свою здатність до елімінування шкідливого антропогенного впливу ззовні.* Насправді, такий підхід є доволі конструктивним, бо він тісно пов'язаний з природничо-науковим уявленням сталості і дозволяє визначити рівень екологічної небезпеки окремих галузей чи підприємств, що буде зроблено в наступних розділах.

Що ж до іншої пари понять, тобто *зростання і розвитку*, то тут різночитання частково полягають у багатоваріантності англійського *to develop*, що означає *розвиватися, удосконалюватися і рости, розширюватися* (зокрема, стосовно підприємства, або бізнесу). І це як би додає підстав тим авторам, які пов'язують сталий розвиток зі зростанням, хай і сповільненим, таким, що лімітується сферою наявних ресурсів, або ж що не виходить за межі асимілюючої здатності природних екосистем. Але так чи інакше, переважна більшість дослідників припускають в межах сталого розвитку ту або іншу форму економічного зростання.

Таким чином, в наявності важлива відмінна риса, що дозволяє певною мірою розмежувати ці два поняття. І якщо зростання – процес переважно кількісних змін, то розвиток – якісних. А отже, кожен із цих процесів підкоряється своїм особливим законам і дає різні порівняно один з одним

результати. Так, наприклад, тиск цивілізації на біосферу, що постійно посилюється, досягнув вже меж її адаптаційних можливостей.

Але якщо людство, як думають деякі технократи, дійсно приречене на безперервне зростання в тій або іншій його модифікації, то різким контрастом йому служить біота. Насправді, процес становлення й еволюції природних екосистем (звідки, власне, і запозичене поняття *sustainability*) будується на зовсім іншому підґрунті, ніж облаштований людиною світ, а її поведінка характеризується якраз *феноменом розвитку без зростання*. Натомість, будь-який біом (тропічний ліс, тундрове співтовариство чи ін.) як *екологічна система, що еволюційно склалася, давно вже розвивається тільки якісно, але не росте* (в усякому разі, впродовж історичного часу). І меж для такого якісного розвитку, ймовірно, не існує, про що свідчить колосальна складність біоти. А стимулом для розвитку служить її постійний «діалог» з навколишнім середовищем, пошук найбільш ефективних механізмів її регуляції і стабілізації, а у разі зовнішніх збурень – шляхів повернення навколишнього середовища до меж стабільності. Хоча після особливо сильних і тривалих збурень це повернення досягається вже на шляхах еволюційного видоутворення, тобто радикальної перебудови внутрішньої структури біоти, що вимагає сотень тисяч, а іноді і мільйонів років. І всі ці процеси розгортаються на основі конкуренції та відбору організмів і їх співтовариств за критерієм ефективності управління навколишнім середовищем, чим і забезпечуються, врешті-решт, придатні для продовження життя умови.

Відповідно до цього *«вписання» спеціалізації сільського господарства у наявний біоресурсний потенціал природних ландшафтів стає непересічним завданням*, саме покликаним вирішити проблему сталості та збалансованості природокористування, причому не лише в агросфері, а й у біосфері.

Здавалося б, еволюція і прогрес людства також засновані на конкуренції етносів, культур і цивілізацій. Але ж для людства характерне безперервне і висхідне зростання – демографічне, економічне, матеріальне, – яке іноді прирівнюють до прогресу. Якщо конкурентні стосунки в біоті є найважливішою умовою її довготривалої стабільності, то стосовно людської цивілізації доводиться робити діаметрально протилежні висновки: тут конкурентні стосунки цивілізаційних підсистем виявляються часто чи не головним джерелом нестійкості світової спільноти. Поясненням цього є перш за все сам спосіб взаємодії людини з місцем існування, який виділяє її серед всіх інших живих істот, що населяють Землю.

Якщо решта біологічних видів тим або іншим способом пристосовують свою життєдіяльність до навколишнього середовища, то людина – єдина з усіх, яка пішла принципово іншим шляхом, *пристосувавши середовище до своїх потреб*, а отже, наразивши його на неминучу деформацію і руйнування.

Але не менш важливі і відмінності в механізмі забезпечення стійкості, основу якого в біоті складає її генетична пам'ять, а в цивілізації як структурі надбіологічній – культура. Проте в культурі слід розрізняти її базову частину – світоглядні, духовно-етичні цінності і весь комплекс практичних знань та вмінь, включаючи і технології, якими володіє сучасне людство. І якщо перша культурна складова змінюється украй повільно, утворюючи ядро стійкості соціуму, то друга приростає все стрімкіше, залучаючи до цього процесу і навколишній природний світ.

Адже нарощуючи свою технологічну потужність, свій економічний і фінансовий капітал, людина не може відповідно збільшити продуктивність капіталу природного, яка визначається зовсім іншими, природними процесами: кількістю сонячної енергії, що надходить на Землю, здатністю її засвоєння і трансформації в органіку рослинною біотою, швидкістю біохімічних реакцій і так далі.

Чому на тлі відносного благополуччя й економічного процвітання, на тлі вражаючих успіхів науково-технічного прогресу 60–70-х років минулого століття раптом виникло питання про сталий розвиток? Тому що вчені і дослідники зрозуміли: людство підійшло до якоїсь критичної межі, зіткнувшись у своєму розвитку із зовнішніми межами.

Правда, спочатку такі обмеження сприймалися в основному як ресурсні, і саме остання точка зору переважно і розвивалася в доповідях Римському клубу. Проте займаючи найбільш послідовні позиції, екологи дійшли висновку, що межі ці визначаються не стільки ресурсами надр або доступними джерелами енергії, скільки *потенційними можливостями біосфери з нейтралізації зростаючого антропогенного тиску.* А останнє неминуче пов'язане з досягненням такого критичного моменту, коли цей її потенціал виявиться вичерпаним, що ми, по суті, і переживаємо зараз. При цьому біосфера, що не справляється з антропогенним пресом, вступає в стадію своєї деградації, яка буде, очевидно, продовжуватися доти, поки не зникне сама її причина – людська цивілізація, що не зуміла ввести свій розвиток у прийнятне для навколишнього середовища русло. І все це може трапитися набагато раніше, ніж вибухне реальна криза вичерпання будь-якого з життєво важливих для людства ресурсів.

Але якщо людина в процесі своєї господарської діяльності постійно підриває природні взаємини, що склалися, то природна біота, навпаки, від самого свого виникнення незмінно впливала на навколишнє середовище у напрямі підвищення його стійкості, (*sustainability*), а отже, стабільних умов і свого власного існування.

На першому етапі існування життя, тобто впродовж більше півтора мільярдів років, робота ця виконувалася прокаріотними одноклітинними організмами, що сформували основу сучасної біогеохімічної машини. Пізніше ту ж місію перебрали на себе і багатоклітинні організми, насам-

перед рослини і гриби, які і формують у своїй сукупності переважну частину біомаси, насичують атмосферу киснем, поглинають вуглекислий газ і утворюють основну частину речовини, що складає осадові породи. І тим же найдрібнішим організмам і фітопланктону зобов'язаний Світовий океан низкою своїх специфічних властивостей, які обумовлюють його провідну роль у регуляції і стабілізації навколишнього середовища на планеті. В умовах, коли цивілізацією зруйновано більше 60 % природних екосистем суходолу, саме океанічна товща з її поки що слабо збуреною біотою служить головним каналом (стоком) для виведення з атмосфери антропогенного вуглецю. Проте зі зростаючими антропогенними навантаженнями не справляється вже і Світовий океан.

За існуючими оцінками, екосистеми Світового океану поглинають сьогодні тільки половину вуглецю, що викидається в атмосферу при спалюванні викопного палива, інша ж половина в атмосфері накопичується. Океаном абсорбується також і 2/3 так званого зайвого вуглецю, що утворюється на порушених господарською діяльністю територіях суходолу, а 1/3, що залишилася, поглинається екосистемами, які збереглися (головним чином лісами і ветландами Росії та Канади). Отже, в наявності порушення замкненості кругообігу найважливішого з біогенів, такого, що приводить до його поступового накопичення в атмосфері.

Чи є екологічно-толерантною господарська діяльність людини? За екологічними ознаками людство характеризується певними енергетикними показниками, або ж тією максимальною часткою від загального енергопотоку в біоті, яку воно може використовувати на свої потреби без ризику збурення навколишнього середовища. При цьому мова, зрозуміло, йде про енергію, вже перетворену фітопланктоном і рослинами суходолу в процесі фотосинтезу, яку вони запасають у вигляді органічної речовини, що називається первинною продукцією. Річна ж величина цієї органіки, створеної на тій або іншій території, отримала назву *валової первинної продукції.*

Проте близько 20 % енергії, яку запасають рослини, витрачається на їх власне зростання, дихання і розмноження, так що в подальший кругообіг включається та її частина, що залишилася і яка використовується організмами-консументами наступних трофічних рівнів. Саме вона і є так званою чистою первинною продукцією. Щорічне осіннє опадання листя, сухих гілок і плодів у помірних широтах – ось один із типових прикладів потоку чистої первинної продукції. Але це його лише зовнішній бік, тому що головна його суть полягає в перенесенні накопиченої в органічній речовині енергії від однієї групи організмів до іншої або з одного трофічного рівня на наступний, загальна кількість яких може досягати чотирьох-п'яти, а в окремих випадках і шести.

Вимірювання, проведені в непорушених природних екосистемах, що відрізняються високим ступенем замкненості кругообігу біогенів, показали чітку закономірність в розподілі цього потоку енергії на три основні групи організмів: бактерій і грибів, комах і тварин, що однаково простежується в самих різних природних співтовариствах. Так, наприклад, було встановлено, що більше 90 % рослинної органіки в природних екосистемах споживається бактеріями, грибами і найпростішими, які відіграють провідну роль в механізмі біотичної регуляції. Що ж до решти частини цього енергопотоку, то майже вся вона (близько 10 %) споживається дрібними безхребетними – членистоногими, черв'яками, молюсками і тому подібне. На долю ж великих хребетних тварин, відповідальних за тонше функціональне налаштування природних співтовариств, припадає менше 1 % циркулюючої в біоті енергії (разом із людиною і доместифікованими нею консументами).

Вказані характеристики мають силу закону і відрізняються високою стабільністю, тобто зберігають, або, принаймні, зберігали до недавнього часу свої значення в дуже вузькому інтервалі можливих коливань впродовж десятків мільйонів років. Їх різкі, з урахуванням палеоекологічних даних відхилення від інтервалів стійкості почали фіксуватися лише в останнє сторіччя, що на декілька порядків перевищує швидкість подібних змін у природно-еволюційних умовах. Чи загрожує це біосфері? Відповідь на останнє питання і дозволяє отримати *господарська ємність* (інші її назви – асимілююча, вмісна ємність, *carrying capacity*) природних екосистем і біосфери в цілому – своєрідний інтеграл тієї граничної антропогенної дії, перевищення якої приводить її в збурений стан і загрожує необоротною деградацією.

На початок XX століття населення Землі досягало 1,6 млрд осіб, якими вже були зруйновані або сильно деформовані природні екосистеми на 20 % поверхні суходолу. А відповідно до даних, отриманих в межах теорії біотичної регуляції, порушення екологічної рівноваги виникає в ній при господарському освоєнні близько 25–30% території суші. До дуже близьких оцінок прийшов в 1974 році і академік А. Д. Сахаров, який добре усвідомлював зв'язок між збереженим природним середовищем і глобальними екологічними проблемами. У його статті «Світ через півстоліття» йдеться про те, що для забезпечення стійкого біосферного балансу в майбутньому необхідне розділення суходолу на більшою та меншою мірою заселені частини в співвідношенні 3 : 8.

Але ці 20 % (або 1/5 частина суходолу) людство впродовж XX століття перевершило майже втричі, і площа порушених екосистем сягає сьогодні 63 % (Данилов-Даниельян, 2003). Так само і споживання людиною чистої первинної продукції, залишило далеко позаду однопроцентний поріг і наблизилося до 40 %. Причому безпосередньо в антропогенний канал з цих сорока відсотків потрапляють лише 10 %, а решта 30 % не стільки споживаються, скільки «анігілюються» людиною під час витіс-

нення природних екосистем агроценозами, унаслідок спустелювання, руйнування і забруднення природних резервуарів.

І все це також показники колосального надмірного збурення біосфери, можливості якої по його погашенню і нейтралізації значною мірою вже вичерпані. На це вказує і порушення замкнутості кругообігу біогенів (CO_2, сполук азоту і фосфору), і прогресуюча втрата біорізноманіття, і перехід багатьох відновних до недавнього часу природних ресурсів в розряд непоновних, і багато чого ще.

Щоб наочніше уявити ступінь економності перетворення й утилізації енергії в живій речовині, ще раз нагадаємо основні «витратні статті» загального енергетичного бюджету, який має в своєму розпорядженні наша Земля завдяки отримуваному нею сонячному випромінюванню. Землею захоплюється дуже мала частина загального енергетичного потоку, тобто приблизно $10{,}5 \cdot 10^6$ кдж/м^2 на рік, з яких безпосередньо земної поверхні досягає близько 40 %, або $5 \cdot 10^6$ кдж/м^2 на рік. Але оскільки велика частина цієї енергії повторно випромінюється в атмосферу, то до наземних рослин і фітопланктону в середніх широтах доходить лише $1 \cdot 10^6$ кдж/м^2 на рік. Проте 95–99% від цієї кількості відразу ж відбивається, поглинається з утворенням тепла або витрачається на випаровування води, і лише 1–5 % поглинається хлорофілом зеленого листа і дає початок енергопотоку в земній біоті.

Таким чином, вся енергетична потужність біоти складає близько 1/1000 частини сонячного випромінювання, що досягає Землі, і саме на її основі забезпечується стабільність температурно-кліматичних та інших параметрів навколишнього середовища. Людині для тієї ж мети довелося б, очевидно, задіяти набагато потужніший енергетичний потенціал.

За оцінками дослідників, людська цивілізація майже досягла того критичного рівня енерговиділення, подальше зростання якого може порушити баланс поглинання і відбивання між сонячним і тепловим випромінюванням планети. А отже, щоб уникнути фатальних наслідків повного розбалансування температурно-кліматичного режиму, людині – навіть у разі оволодіння термоядерною енергією або, скажімо, використання у космосі могутніх сонячних батарей – все одно доведеться задовольнятися енергетичними межами приблизно того ж порядку, що забезпечують її сьогоднішні потреби.

З іншого боку, через обмеження, що витікають із закону розподілу енергопотоків в біоті, цивілізація, яка поклала на свої плечі планетарну місію з регуляції навколишнього середовища, не зможе без ризику необоротної його дестабілізації витрачати на власні потреби більше 1 % від всієї своєї енергетичної потужності. І отже, навіть найдосконаліша технологічна система з управління навколишнім середовищем все одно повинна буде залишатися в межах вказаного співвідношення 99:1. І якщо навіть припустити, що людині вдасться коли-небудь сторазово підвищити свій сумарний енергетичний потенціал (що є абсолютно нереалістичним

і навіть смертельно небезпечним), то і в цьому випадку 99 % своїх енергоресурсів, а отже, і трудових витрат, вона повинна буде витрачати з метою підтримки і стабілізації навколишнього середовища.

Що ж залишиться тоді на задоволення її власних потреб? Та рівно стільки, скільки вона має в своєму розпорядженні сьогодні за наявності природної біосфери, не витрачаючи при цьому жодної калорії на підтримку стабільності навколишнього середовища і навіть не замислюючись над тим, як справляється з цим завданням жива біота. Отже, навіть популярне у середовищі технократів припущення про те, що людина нібито зможе колинебудь обійтися без природи, виглядає абсолютно абсурдним.

Таким чином, головний екологічний підсумок господарської діяльності людини – руйнування природних екосистем на величезних територіях суші, а також в акваторіях напівзамкнених морів і прибережної океанічної зони – *є найбільш екологічно вагомим негативним результатом існування людини на цій планеті.* Саме різке ослаблення середовищеформуючої і стабілізуючої функції біоти на великих територіях загрожує біосфері найбільш катастрофічними наслідками. І лише опора на природні сили, на природний потенціал живої біоти здатна запобігти найгіршому варіанту подальшого розвитку – демографічному колапсу, обвальному падінню чисельності населення, руйнуванню основ сучасної цивілізації і так далі.

Саме таким уявляється розуміння суті і сенсу сталого розвитку в світлі теорії біотичної регуляції навколишнього середовища. І якщо справжня його мета – ослаблення антропогенного тиску до рівня, що відповідає господарській ємкості біосфери, то мова повинна йти не тільки про припинення будь-якого «наступу» на природу, але й про «відступ, уповільнення темпів зростання, зцілення». Причому про *відступ зовсім не метафоричний, а цілком реальний – у формі звільнення людиною частини освоєних нею територій, абсолютно необхідних для виконання біотою її планетарної стабілізуючої місії.*

Напевне, немає сенсу пояснювати, наскільки складне і безпрецедентне це завдання, для здійснення якого людству, за виразом М. М. Моїсеєва, належить пройти лезом бритви. Дуже хитка межа відокремлює науково-технічний прогрес як необхідну умову сталого розвитку від тих руйнівних наслідків, які він же завдає навколишньому середовищу. Дуже велика спокуса для сильних світу цього відкинути гуманістичні принципи перед обличчям екологічної загрози, що на повний зріст заявила про себе.

Проте на думку прибічників теорії біотичної регуляції російських екологів В. І. Данілова-Даніельяна та К. С. Лосєва, існує критерій, що дозволяє зіставляти і порівнювати країни світу незалежно від зосереджених в них фінансових потоків, розвиненості промислової інфраструктури або багатства надр, – *ступінь збереження їх природних екосистем.* Це таке ж

багатство, а в перспективі – куди більш вагоме, ніж поклади алмазів або золоті злитки в банківських сейфах. Тільки багатство поки що не зрозуміле і не оцінене. І якщо бачити головною метою сталого розвитку відродження на Землі осередків дикої природи, то і країни, де така природа ще збереглася, слід вважати хранителями цього безцінного загального надбання.

В той же час країни, чия територія позбавлена або майже позбавлена природних екосистем, є, вірогідно, екологічними боржниками біосфери, навіть якщо їхнє природне середовище (як у багатьох країн «третього світу») постраждало внаслідок безжальної експлуатації з боку інших, зокрема промислово розвинених держав. І це теж, до речі, вид екологічного боргу, тільки вже міждержавного, векселі за яким також чекають на оплату.

При цьому найважливішою є оцінка того природного «активу» і «пасиву», який на стадії переходу до сталого розвитку мають в своєму розпорядженні окремі країни і регіони, а кінець кінцем – екологічний «актив» і «пасив» всього людства. З цих позицій варто було б оцінити їх стартові можливості, зосередившись, насамперед, на соціоприродних параметрах і на якийсь час абстрагуючись від усіх інших.

1.2.2. Критерії та показники екологічної стійкості, збалансованості та толерантності

Еволюція від сталості до збалансованості. Спроби людства збалансувати природокористування здійснюються впродовж багатьох років. Найбільш відомі з них пов'язуються зі змінами економічних, просторових, екологічних, демографічних параметрів нашого виду, починаючи від Томаса Мальтуса та Томаззо Кампанели і закінчуючи Усамою Бен-Ладеном чи Андерсом Брейвіком. Проте всі ці намагання поєднує прагнення до введення будь-яких обмежень на зразок стягування штрафів, перепланування територій, введення режиму заповідання, обмежування народжуваності чи жорстка імміграційна політика.

При вибудовуванні означених критеріїв будемо виходити зі змісту попередніх розділів, беручи за основу уявлення сталості, притаманне живій природі і викладене в теорії біотичної регуляції. Власне, цей розділ буде узагальнюючим і матиме свою внутрішню логіку.

По-перше, і толерантність і збалансованість мають бути похідними від сталості. Саме тому послідовність викладення критеріїв буде саме такою: *«сталість – толерантність – збалансованість».*

По-друге, з метою виконання головного гасла стратегії сталого розвитку «Думай глобально, дій локально!» необхідно вибудувати систему критеріїв на трьох взаємопов'язаних просторових рівнях –

глобальному (планетарному), національному (регіональному), локальному (місцевому).

Онтологічний ланцюжок тут приблизно такий:

- *збалансованість* (баланс, ваги, гармонія) досягається людиною в процесі природокористування через практичні дії, які починають реалізуватись саме *з локального рівня*: видобуток корисних копалин, перепланування природних ландшафтів у сільському господарстві, регулювання стоку річок, започаткування урбанізованих міських поселень як паразитів біосфери, осередків зростаючої кількості населення, концентрації промислових підприємств;

- *толерантність*, або оцінка впливу кожного з видів природокористування на забезпечення відтворювальної здатності і стійкості (резистентності) до антропогенних збурень природних екосистем і біоти в цілому реалізується *як на локальному, так і на регіональному рівні;*

- *сталість*, або можливість (чи неможливість) виконання двох найголовніших вимог сталого розвитку – непорушність природних екосистем та стабілізація кількості населення – пронизують усі три просторових рівня.

Критерії сталості, втілені у відповідних показниках глобального і регіонального рівня, наводяться нижче.

1. Згідно з законом зниження енергетичної ефективності природокористування, сформульованого ще в XIX ст. українським економістом С. А. Подолинським, важливим є *показник випуску продукції з одиниці сільськогосподарських угідь.*

2. Враховуючи той факт, що розвинуті країни за для свого благополуччя перерозподіляють ресурси природних екосистем на свою користь, важливим є ноосферний критерій – *глибина впливу окремих країн (шляхом формування певних інформаційних потоків) на екосистеми інших територій.* Цей вплив визначає високий ступінь порушеності природних екосистем в групах країн «з майже відсутніми передумовами» (Лісовський, 2003) переходу до сталого розвитку.

3. Як найголовніші з констант біосфери мають бути враховані *показники еталонного споживання енергії, простору і біомаси однією особиною Homo Sapiens.*

Враховуючи, що більшість екологічних проблем виникає завдяки спотворенню просторових відносин, критерії сталого (ноосферного) розвитку розділяються на три групи: *екологічні, просторові та еколого-просторові.* Ці критерії відбивають глибинну взаємозалежність просторових трансформацій географічного простору і стану природних екосистем.

Екологічні критерії:

- *показники абсолютного і відносного споживання біомаси у вуглецевому еквіваленті*, *розраховані як на одну особину Homo Sapiens, так і на*

загальну площу території (територія своєї країни плюс територія інших країн, з яких надходить біомаса) і *співвіднесені з відповідними еталонними значеннями*. Розраховуються як проста сума кількості імпортованої з інших територій біомаси, яка є сумою живих (з хімічно незв'язаним вуглецем) та концентрованих продуктів харчування[28]. До цієї суми ще *додаються вуглецеві накопичення колишніх біосфер і тих, що імпортовані в розвинуті країни у вигляді мінерального палива.* Додається ще та біопродукція, яка виробляється і споживається на власній державній території;

- *показник енергетичної цінності вагової одиниці біомаси*, виробленої в сільському господарстві. Цей показник з екологічної точки зору відбиває рівень самодостатності й екологічної автономності популяції *Homo Sapiens*. Найкраще енергетичне співвідношення має натуралізоване (без зовнішніх енергетичних субсидій) господарство;

- *показник частки сільського населення (як варіант – населення зайнятого в сільському господарстві)* підкреслює необхідність переходу до натурального господарства сільських спільнот, які з часом гармонізуються з місцевими ландшафтами, «повернувшись» з рівня екологічної ніші до рівня екотопу. *Еталонне значення цього показника дорівнює приблизно 35 – 40 %.* На рівні світової спільноти мова може йти про *встановлення обов'язкових квот на частку у ВВП натурального господарства;*

- *показник частки господарсько незмінених територій від загальної площі країни*, як своєрідного екологічного резерву і природної гарантії стійкості і різноманіття біосфери.

Просторові критерії або критерії просторового трансформаційного впливу, який спричиняє докорінне спотворення природних екосистем:

- *обмеження частки поверхні земної кулі, зайнятої територіями міських поселень*, яка не повинна перевищувати 1 % (що була на початку індустріальної доби у XIX столітті);

- *обмеження розширення полів впливу великих міст на найближче оточення* більше ніж на середню відстань по векторах до сусідніх міст (але на ранг нижче) однакового рангу (Сонько, 2004);

- *обмеження густоти шляхів сполучення з твердим покриттям на одиницю площі*, еталон якої найкраще розраховувати за кристалерівською моделлю k=4;

- *неможливість збільшення більше ніж на 15 % частки фуражної ріллі* (Сонько, 2004);

- *обмеження перенесення матеріало- та енергомістких виробництв у прибережну зону з орієнтацією на довізні вантажі з третіх країн –*

[28] За допомогою спеціальних розрахунків вагова маса біопродукції може бути переведена у вуглець.

показник частки підприємств (у %), працюючих в портових містах до загальної кількості підприємств всієї галузі;

Еколого-просторові критерії поділяються на дві групи – *реальні та віртуальні*, які треба аналізувати в парі. Їхні розрахунки мають багато суб'єктивних рис, але за змістом наближаються до розрахунків «екологічного сліду».

До *реальних* віднесено ті, які спричиняють докорінні зміни структури і динаміки природних екосистем, наочно структуруючи географічний простір. Зокрема, поділ сільськогосподарських земель на окремі поля – «клаптики» з правильною конфігурацією. Еталонним показником для однакової площі тут може бути як *загальна кількість просторових одиниць (елементарних екосистем), так і кількість розмежувань із суміжними екосистемами певного рангу* (рис. 7, 8). Порівняння цих значень по природних екосистемах з полями сівозмін у цій же місцевості дасть коефіцієнт спрощення едафотопу, а отже, збіднення хорологічної (а, отже, і біотичної) структури агроекосистем. Наприклад, сумісний аналіз знімків (космічні знімки, рис. 7, 8 у рамці, виділеній пунктирною лінією) дає значення 20 полів сівозмін у агроекосистемах та 30 елементарних екосистем у природних екосистемах. Тобто за ідеальних умов «вписання» природокористування у природні екосистеми коефіцієнт мав би дорівнювати одиниці. В нашому випадку коефіцієнт збіднення едафотопу 20:30 = 0,66.

Проте організація сівозміни для кращої агротехніки, хоч і «наближує» агроекосистему до природних екосистем, все ж таки докорінно змінює просторову суть екотопу *Homo Sapiens*. Особливості сівозміни непідготовленим оком з космосу не побачиш. Тому цей критерій треба вважати віртуальним. Зокрема, з наведених знімків не видно, яка система землеробства застосовується – ґрунтоощадлива 12-пільна зернопаропросапна (з двома полями пару) чи короткоротаційна 5-пільна з двома полями зернових та трьома полями просапних культур. Точне значення цього показника вимагатиме спеціальних польових досліджень, але найпростіші уявлення можуть дати оцінки рівня інтенсивності системи землеробства, традиція яких склалась у вітчизняній школі географії сільського господарства (А. Н. Ракитников, 1970; В. Г. Крючков, 1986).

Те саме стосується товаровиробляючої економіки, яка існує і розвивається завдяки феномену зростаючого споживання речовини природи. Так, сумарне відторгнення речовини природи (як косної, так і живої разом із біогенною) в тоннах можна вважати реальним *критерієм-показником глибини трансформації природних екосистем.*

В той же час підкріплення споживацької стратегії завдяки різноманітним заходам, зокрема рекламі, ЗМІ, або заходам, які стимулюють виробництво нових більш «високотехнологічних», «модних» «украй необхідних» товарів, опосередковано спричиняє докорінну

структуризацію географічного простору (відповідно до природних екосистем). Така структуризація (або ієрархія) дає значні переваги розвинутим країнам, спонукаючи інші країни до спотворення природних екосистем, що знаходяться на їхніх територіях. Відтак, віртуальність цього критерію не викликає сумніву, проте визначення кількісних його значень досить суб'єктивне. Можливо, це *часова тривалість реклами товарів і послуг поза межами своєї країни.* Причому реклами як прямої, так і опосередкованої, зокрема в відповідних телепередачах на зразок «Fashion TV», «Автопарк», «Тачки», «Смак», «Hi Tech» та інші. Принаймні, розробка таких критеріїв вважається дуже важливою, бо ці критерії найяскравіше відбивають загальний інформаційний вплив, що через стимулювання споживацької психології забезпечує спотворення природних екосистем.

Ще одна пара відношень виходить з визначення екологічності окремих виробництв. Реальним показником екологічності виробництва в розвинутих країнах може бути *низька матеріало-, енергомісткість та висока наукомісткість* одиниці готової продукції. З іншого боку, це відбувається за рахунок віртуального спотворення просторових відносин завдяки перенесенню екологічно брудних виробництв на території третіх країн. Критерієм-показником такого віртуального спотворення може бути *сума інвестицій, здійснених в екологічно-брудні виробництва на територіях третіх країн, а також негативна різниця між вітчизняним видобутком мінеральної сировини і кількістю імпортованої сировини.*

Наступна пара відносин виходить з оцінки участі країн у військових конфліктах. Зокрема, реальним показником вбачається *кількість військових конфліктів на території власної країни*. Наприклад, військові дії на території США востаннє велись понад 200 років тому. В той же час, крім участі американського війська в реальних військових діях на територіях інших країн, віртуальна їхня участь в них (завдяки певній ідеології так званої демократії і свободи слова) спонукає до висновку, що віртуальним показником в цій парі є загальна *сума іноземних інвестицій*, які потім «захищаються» у крайньому разі реальними військовими діями. Опосередкованим віртуальним показником в цій парі може бути *кількість терактів – відповідей* на ресурсно-культурну експансію розвинутих країн.

Виходячи з глибокого онтологічного протиріччя термінів «сталий» і «розвиток», варто було б розділити не лише країни за можливістю переходу до сталого розвитку, а й змістовно відділити в таких типологіях критерії *«прогресу і добробуту» від критеріїв «сталого розвитку»*. Принаймні, це буде більш чесно по відношенню до природних екосистем. Наведений вище перелік найсуттєвіших критеріїв ноосферного розвитку передбачає їхнє конструктивне втілення в адміністративно-територіаль-

ному устрої кожної країни, оскільки саме в ньому найбільше проглядається своєрідна специфіка процесу взаємодії природи і суспільства (Сонько, Голубкіна, 2011).

Пропоновані ноосферні критерії людського розвитку обумовлюють зовсім інші підходи до розрахунку такого показника, як ВВП, який традиційно ґрунтується на моделі ресурсовід'ємної економіки. Передусім треба визначитися з поняттям ефективності, яке найскоріше є ключовим у змістовному насиченні ВВП. Її ж як загальнонаукову категорію варто поділити на *економічну та екологічну*. Комбінацією цих двох докорінно відмінних аспектів ефективності і повинна стати *ноосферна ефективність*. Критерії, які її вирізняють, очевидні. Так, розуміння *економічної ефективності* містить уявлення про досягнення якогось ресурсовід'ємного результату у вигляді готової продукції чи послуг з мінімальними витратами чинників виробництва (які самі по собі є ресурсовід'ємними). Поняття *екологічної ефективності* містить уявлення про позитивне відтворення середовища помешкання будь-якого виду в процесі його життєдіяльності. Однак потрібно ще раз зауважити, що традиційне розуміння як тієї, так і іншої ефективності відбувається в межах розбіжного уявлення про простір і час. Так, економічна ефективність розраховується згідно з людським уявленням про час, за фіксовану одиницю якого має вироблятись якась продукція. У більш природних екологічних системах плин часу відбувається, скоріше, згідно з космічними ритмами. Для узгодження цих темпів людина створює «пастки для часу» (попередній розділ). Теж саме стосується простору, спотворення якого з метою більш глибокого використання ресурсів зовсім не враховується при підрахунках економічної ефективності. А саме це спотворення докорінно змінює реальний час і простір, в яких розвиваються природні екосистеми.

Відтак, традиційне розуміння ефективності, покладене в розрахунок ВВП, робить цей показник ноосферно некоректним. Швидше за все, пропоновані вище еколого-просторові критерії повинні бути представлені у вигляді коефіцієнтів, на які треба помножити загальний показник ВВП.

1.2.3. Еколого-економічні механізми забезпечення екологічної стійкості

Економічні передумови екологічної стійкості. Для досягнення динамічної рівноваги у взаємовідносинах природи і суспільства необхідно розвивати такі основні напрямки:

- забезпечення умов для існування живих систем та стійкого розвитку;
- оцінка національних запасів та національного капіталу;
- економіко-екологічне моделювання на місцевому, регіональному та світовому рівні;

- удосконалення інструментів природоохоронного менеджменту.

Стійкість не має на увазі ні статичну, ні тим більше застійну стагнаційну економіку. До того ж необхідно розрізняти поняття зростання та розвитку. Економічне зростання в жодному разі не веде до стійкості, на відміну від економічного розвитку.

На думку Л. Г. Мельника (2006), стійкий економічний розвиток визначається як використання впродовж тривалого часу природного капіталу (сировини) без значного виснаження національних запасів. В бізнесі до національних запасів належать довгострокові активи, такі як споруди та обладнання, що використовуються як засоби виробництва. Природні ресурси – це ґрунти та атмосферне повітря, рослинний і тваринний світ, що формують екосистеми. Цей природний акціонерний капітал використовує первинні компоненти (сонячне світло) на потреби самої екосистеми та на утворення запасів природної сировини. Прикладами природного капіталу можуть бути ліси, популяції тварин, запаси нафти. А запаси природної сировини – це деревина, впольовані тварини, викачана нафта.

Важливою також є екологічна класифікація природного капіталу. Вона базується на ознаках вичерпності та відновній здатності. Виділяють:

- *невичерпні* – використання не призводить до виснаження в даний час або в майбутньому (сонячна енергія, внутрішнє тепло землі, енергія води, повітря);

- *вичерпні невідновні* – безперервне використання веде до зменшення запасів, до такого рівня, при якому подальша експлуатація економічно недоцільна. Не здатні до самовідновлення у відтинках часу, співрозмірних до термінів споживання;

- *вичерпні відновні* – ресурси здатні до відновлення (через розмноження або інші природні цикли) – флора, фауна, водні ресурси.

Сьогодні людство вступило в нову еру, де лімітуючий фактор розвитку **–** це не штучний капітал, а збережений природний. Зокрема, для видобутку деревини обмежуючим фактором будуть збережені ліси, а не потужності лісопильного заводу. Більшість економістів розглядають природні та штучні ресурси як взаємозамінні, а не взаємодоповнюючі фактори. Тобто жоден з них не може бути лімітуючим. Обмежувати фактор може лише тоді, коли він є комплементарним. Сучасні еколого-толерантні концепції економічної теорії розглядають природні та штучні ресурси як фундаментально комплементарні і тому наголошують на важливості лімітуючих факторів. Це основна відмінність.

Оцінка запасів екосистем та національного капіталу. Щоб досягти стійкості, необхідно визначити оцінки для продуктів (результатів діяльності) екосистеми так само як для екологічних товарів та послуг. При

цьому необхідно зважити на те, скільки ресурсів з екологічних живих систем можна дозволити собі втратити, до якого часу можна заміняти штучні фонди природними, яка частка національних запасів невідновна. При цьому не можна застосовувати екологічну оцінку до «неосяжних» категорій – людського життя, природної естетики, перспективних екологічних прибутків.

Через невід'ємні складнощі та невизначеності в оцінюванні екосистеми застосовують декілька незалежних підходів.

І. Витратний підхід. Метод оцінки за безпосередніми витратами – сума витрат на освоєння та експлуатацію джерела ресурсів.

ІІ. Метод оцінки за витратами, коли враховуються не лише безпосередні фінансові витрати, але й збитки від експлуатації джерела ресурсів. Складовими цього підходу є:

– оцінка за принципом втраченого прибутку. Вона полягає в оцінці втраченого прибутку через відмову від одного виду використання ресурсної ділянки на користь іншого (наприклад, створюючи водосховище, суспільство свідомо відмовляється від сільськогосподарського використання даної території). Таким чином, втрачені прибутки від неотримання сільськогосподарської продукції характеризують економічну цінність земельної ділянки;

– оцінка за вартістю залишків, коли визначається об'єм коштів, які суспільство повинно витратити на заміщення даного джерела ресурсів іншим, рівноцінним йому. В цьому випадку до видатків відносять додаткові витрати на вивчення (геологічну розвідку) території з метою експлуатації.

Метод оцінки вартості відтворення, коли оцінюються витрати, необхідні для відновлення втраченого біологічного виду або виду, що деградував.

Метод «бажання платити», коли через опитування, анкетування населення з'ясовують бажання людей платити за існування певного виду ресурсів, наприклад, рослин чи тварин, що зникають. Цей підхід використовують, коли немає нормальних ринків.

Метод «транспортних витрат», коли на основі вартісних або часових витрат на досягнення ресурсного об'єкта (економічної відстані) визначають економічну цінність ресурсного джерела.

Рентний підхід базується на концепції існування диференційної ренти. Залежно від кількісних та якісних характеристик, ресурсні джерела одного виду приносять неоднакову користь на одиницю витрат, тобто диференційну ренту. Вона розраховується за принципом гранично допустимих витрат, до яких готове суспільство заради отримання одиниці даного ресурсу. Різниця між гранично допустимими витратами та індивідуальними фактичними витратами показує, скільки виграє

економіка на одиницю даного виду ресурсів. Згідно з цим підходом гірші ресурсні джерела отримують нульову оцінку, хоча їх використання економічно ефективне.

Рентна концепція здається більш обґрунтованою за витратну. Хоча у теорії гранично допустимих витрат є недоліки. Наприклад, фактичні витрати на джерело ресурсів можуть не збігатися із суспільно необхідними, що визначають вартість.

На рентному підході основана оцінка за прибутками підприємств, які експлуатують джерела ресурсів (економічна оцінка за диференційною рентою підприємств). Прибутки економічних суб'єктів відображають цінність джерел, що експлуатуються.

Еколого-економічні розрахунки. Валовий національний продукт (ВНП), як і інші показники функціонування національної економіки, став важливим відображенням політики, загального добробуту та життєвого рівня. Однак ВНП не показує внесок природи у функціонування виробництва, а саме він найчастіше є визначальним.

Наприклад, ліс забезпечує економічні об'єкти ґрунтом, чистим повітрям, водою, виконує рекреаційну функцію. ВНП – сукупна вартість кінцевих товарів та послуг в ринкових цінах, тобто лише загальна вартість деревини у даному випадку.

З іншого боку, відомий випадок, коли мільярди доларів, вкладені у ліквідацію нафтових плям, поліпшили стан економіки США. Звичайно, ці кошти не були б потрібні, якби нафта не розлилася, тому їх не можна вважати прибутком. Але в ВНП розглядає виробництво без відокремлення витрат та прибутків (Сонько, Холопцев, 2012), тому це не дуже ефективний показник здоров'я економіки. H. Daly та J. Kobb зробили спробу пристосувати ВНП для врахування виснаження національних запасів сировини, ефекту забруднень. Був отриманий індекс стабільного економічного добробуту – ICED. Вчені дійшли висновку, що в той час як ВНП США зростав (з 1956 по 1986 рік), ICED залишався майже незмінним з 1970. Коли були враховані такі показники, як збитки фермерських господарств, збитки від кислотних дощів, витрати на оздоровлення постраждалих, виявилося, що економіка США зовсім не поліпшилася.

Якщо ми й надалі ігноруватимемо природні екосистеми, ми розвалимо економіку, причому будемо впевнені, що розбудовуємо її. Бездумно витрачаючи наші національні ресурси, ми ставимо під загрозу здатність досягти стабільного розвитку. Є кілька додаткових перспективних підходів до розрахунків роботи екосистем та запасів національних ресурсів. Це досить велика сфера досліджень для екологічної економіки.

Підходи базуються на різних припущеннях, але всі вони спрямовані на визначення кількості зв'язків між екосистемами і вироблення загальносистемних вимірів здоров'я та життєдіяльності. В. Леонтьєв першим

спробував детально кількісно описати комплексні системи, що дозволило підрахувати міжсистемні зв'язки. Аналіз Леонтьєва став концептуальним аналізом та прикладною методикою в еколого-економічних розрахунках. Він видає кількісний та загальний коефіцієнт здоров'я системи, що застосовується як в економіці, так і в екології.

На сьогодні ООН та розвинені країни використовують ще й індекс рівня населення. Він є агрегатним показником, що розраховується на основі характеристик тривалості життя, рівня знань, рівня оволодіння ресурсами, необхідними для нормального життя.

Моделювання екологічних процесів. На сьогодні екосистеми зазнають великого впливу від людської діяльності, тому їх захист та збереження вимагають розуміння прямих та непрямих ефектів антропогенного фактора протягом тривалого часу та на достатньо великій території.

Першою моделлю прогнозування була *модель Т. Мальтуса (1798 р.).* Він пов'язав геометричне зростання кількості населення та арифметичне збільшення засобів існування. Подальший досвід показав спрощеність та помилковість такого підходу, але з іншого боку, постійно підтверджується стійкою тенденцією до зниження родючості ґрунтів.

Дж. Форестер запропонував динамічну світову модель (1970 р.), що враховувала зміну населення, капітальних внесків, природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища та виробництво харчових продуктів. Взаємозв'язки, покладені в основу моделі, досить складні. Наприклад, зростання кількості населення поставлене у залежність від його густоти, забезпеченості харчуванням, рівня забрудненості, наявності ресурсів, матеріального рівня. Темп смертності тут пов'язаний із рівнем життя, харчуванням, забруднення середовища – з об'ємом фондів та іншими факторами. Багатофакторна модель Форестера поставила динаміку показників стану світової системи в залежність від варіювання різноманітних її чинників. Одним з результатів досліджень Форестера були графіки витрат природних ресурсів за стабілізації кількості населення, фондів та якості життя.

Група Д. Медоуза (1972) побудувала динамічну модель на основі п'яти основних показників: прискорена індустріалізація, зростання чисельності населення, збільшення числа осіб, які недоїдають, виснаження ресурсів, погіршення стану навколишнього середовища. В модель закладено велику кількість окремих зв'язків: в три рази більшу за ту, що в моделі Форестера. Виробництво сільськогосподарської продукції пов'язане з площею землі для оранки, індустріалізація – з видобутком корисних копалин і т. д. Враховуються в моделі і такі аспекти, як знаходження нових природних ресурсів та можливість їх більш ефективного використання. Прогноз за моделлю Медоуза показав, що внаслідок вичерпання ресурсів та збільшення об'єму забруднень в середині 21 століття станеться світова катастрофа. Єдиний

спосіб уникнути її – стабілізувати кількість населення та об'єм промисловості, а також стимулювати розвиток сільського господарства.

Модель М. Месаровича та Е. Пестеля (1974) відрізняється розмірністю та детальністю зв'язків. Вона містить більше ніж 100000 рівнянь, що описують світову систему як сукупність регіональних систем. Автори виділили найбільші країни (Японія, Росія, Китай, В'єтнам та інші) та регіони (Північна Америка, Західна Європа, Північна Африка), 10 груп населення, 5 категорій транспорту, 2 різновидності сільського господарства, 19 різновидів промислового капіталу, 5 видів капіталу в енергетиці. На основі цієї моделі автори розглянули різні сценарії розвитку світової системи.

У Пенсильванському університеті створена система сумісного функціонування національних моделей. В кожній з них проводяться розрахунки взаємопов'язаних показників валового продукту, інвестицій, експорту й імпорту, цін, військових витрат тощо. Система постійно нарощується та коригується. Її математична частина складається більше ніж із 20000 рівнянь.

Група експертів ООН під керівництвом В. Леонтьєва в *кінці 70-х років* розробила міжрегіональну модель міжгалузевого балансу світової економіки. Такі моделі найбільш пристосовані для опису одноцільових заходів з охорони повітря та водних басейнів від забруднення. У 80-х роках в інституті економіки модель цього типу була побудована для 18- продуктової схеми міжгалузевого балансу нашої країни. Модель враховувала 6 галузей промисловості, 5 забруднювачів, 3 категорії стічних вод.

У кінці 70-х років під керівництвом М. М. Моїсеєва було розроблено математичну модель атмосфери «Гея». Вона складалася з двох взаємопов'язаних систем. Перша описувала процеси, що проходили в атмосфері та океані. Друга – кругообіг речовин в природі (перш за все, карбону). В основу математичної моделі покладені такі локальні моделі, як випаровування з поверхні океану води та її конденсація в атмосфері, поглинання CO_2 морською водою, перенос енергії атмосферою, реакція фотосинтезу, відмирання рослин, розподіл біомаси по поверхні Землі тощо.

На базі моделі «Гея» вчені виконали розрахунки різноманітних сценаріїв зміни клімату на планеті під впливом ядерного вибуху, пожежі, виверження вулкану, створення місцевого ПЕКу, зміни гірського ландшафту. Поверхня Землі у розрахунках моделі була розбита на сітку з ділянками 4х4.

У першій половині 80-х років вчені різних країн створили глобальні математичні моделі, щоб прогнозувати наслідки ядерної війни. Найбільш поширеними стали модель К. Сагана та модель «Гея». Значною мірою саме дослідження вчених стимулювали держави щодо рішень зі

скорочення ядерного озброєння та сформували уявлення про наслідки ядерної війни для Землі.

У наш час необхідні глобальні математичні моделі, до яких б входили підсистеми взаємодій між атмосферою та водою, атмосферою й поверхнею ґрунту, процеси в кожному з елементів навколишнього середовища, взаємодія верхнього шару атмосфери з Космосом, механічні саморегуляції в природі, вплив розумної діяльності людини на навколишнє середовище. Така модель має бути досить детальною для регіонів Землі. На ній можна буде оцінювати інженерні проекти, діяльність міст, варіанти гідросистем, розміщення заводів.

Еколого-економічні наслідки інтенсивного сільського господарства. Виробництво харчових продуктів у системі інтенсивного сільського господарства не зменшує проблему впливу сільськогосподарської діяльності на стійкість екосистем. Більше того, воно ставить під загрозу стабільне забезпечення продуктами харчування великих мас людей, а отже, може завдати значних економічних збитків. Прикладами можуть слугувати вичерпання поживних речовин, деградація верхнього шару ґрунту і токсична дія пестицидів на дику флору і фауну.

Зазвичай, під час прийняття рішень у сфері інтенсивного сільського господарства в першу чергу враховуються такі пріоритети, як прибуток, ефективна діяльність на великій площі, монокультура, механізація. Насправді, цей підхід може дати короткостроковий результат і водночас спричинити довгострокові економічні проблеми. Дослідження екологічних відносин в агроекосистемах дозволяють усвідомити несприятливі власне економічні тенденції, які формуються в інтенсивному сільському господарстві з часу початку промислової революції, коли населення нашої планети досягло 1 млрд осіб. Варто нагадати, що згідно з теорією біотичної регуляції 1 000 000 000 – це та гранична кількість особин популяції *Homo Sapiens*, вплив якої на біосферу глобальна біота в змозі елімінувати без втрати гомеостазу. Від-

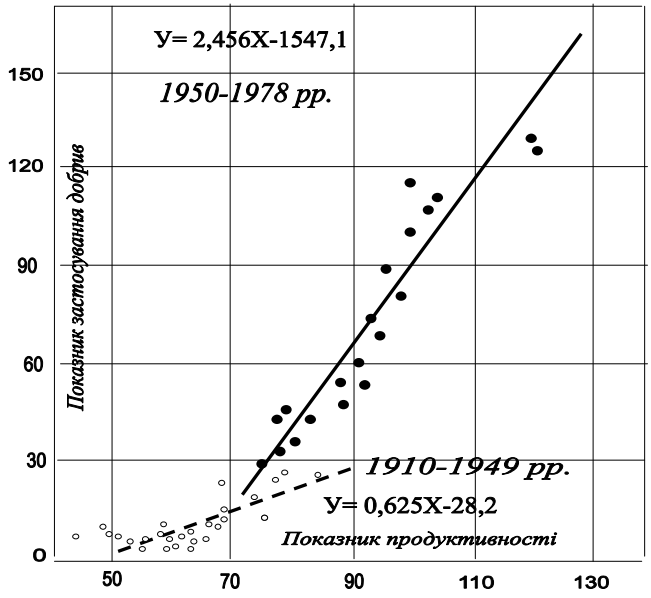


Рис. 9. **Регресійні залежності між показниками загального використання добрив (У) і загального виходу сільськогосподарської продукції (Х) для періодів 1910–1949 і 1950–1978 рр.**

(Дж. В. Кокс. Затраты энергии в екосистемах / Дж. В. Кокс // Сельскохозяйственные екосистемы. – М.:Агропромиздат, 1987. – С.191)

тоді намагання за рахунок хімізації сільського господарства підвищити врожаї наражаються на опір природних екосистем, про що свідчить графік (рис. 9). Більше того, за другу половину XX століття нижня крива виявилась ще більш притиснутою до осі ординат, що свідчить про марність намагань обдурити природні механізми біотичної регуляції.

Розглянемо окремо екологічний вплив *застосування пестицидів, синтетичних добрив, механічного обробітку ґрунту, монокультури, іригацію, надмірний випас худоби*, який в кінцевому підсумку спричиняє суттєві економічні збитки[29].

Пестициди. Раніше фермери були переконані, що певна частина їх врожаю з'їдається комахами-шкідниками або не витримує конкуренцію з боку бур'янів. З появою в другій половині XX ст. синтетичних пестицидів (інсектицидів, гербіцидів, фунгіцидів тощо) фермери намагалися винищити і шкідників, і бур'яни, проте необачне використання хімічних засобів викликало швидкий розвиток стійких до них видів. На початку 90-х рр. XX ст. 500 видів комах, до яких застосовували хімікати, набули стійкості до одного або декількох пестицидів. Зважаючи на короткі репродуктивні цикли та інші фактори, багато шкідників стали стійкими до пестицидів швидше, ніж види, які полюють на них. Ця небезпечна модель використання хімічних засобів, що призводить до посилення стійкості комах, характеризує явище, широко відоме як *«бігова доріжка пестицидів»*, а отже, до ще більш інтенсивного застосування пестицидів (Vandermeer, 1995; van de Fliert and Braun, 1999). Наприклад, у Каліфорнії впродовж 70-х рр. XX ст. через надмірне внесення хімікатів 24 з 25 сільськогосподарських шкідників отримали статус надзвичайно небезпечних (Національна науково-дослідна рада, 1989). Це в кінцевому підсумку *призводить не лише до дорожчання кінцевої продукції, а й закладає підвалини для дорожчання її у майбутньому*. У 2011 році вчені досліджували 13 основних шкідників і виявили, що п'ять з них були несприйнятливі до генетично створюваних отрут в ГМ-рослинах, таких як Bt-кукуруза і Bt-бавовник. Крім того, фермери борються з супервитривалими бур'янами, які не реагують на гербіцид Roundup, в основі якого закладений Гліфосат. В результаті для боротьби з цими супербур'янами фермери вимушені використовувати ще більше хімікатів. Згідно з науковим журналом «*Environmental Sciences Europe*», ГМ-культури сприяють збільшенню використання гербіцидів на 25 % щорічно[30].

---

[29] Тут і нижче: «Copyright 2010 авторів матеріалів та Центру з біорізноманіття та охорони природи, Американський музей історії природознавства. Усі права захищені».

[30] 10 проблем, которые уже создают генетически модифицированные продукты / [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://gmoobzor.com/stati/10-problem-kotorye-uzhe-sozdayut-geneticheski-modificirovannye-produkty.html

Пестициди завдали значної шкоди багатьом диким видам: від мікроорганізмів і дощових черв'яків у ґрунті до бджіл, птахів та земноводних. Деякі хімікати можуть бути смертельними, у той час як інші впливають на імунну систему, спричиняють порушення репродуктивних функцій або викликають мутації. Зважаючи на різну хімічну структуру пестицидів, токсичний вплив і переміщення цих сполук в навколишньому середовищі дуже відрізняються. До 99,9 % пестицидів не досягають шкідників, потрапляючи в ґрунт, воду та повітря, і це негативно позначається на навколишньому середовищі та здоров'ї людини, реальні економічні збитки від чого ще належить встановити (Pimentel, 1992).

Переудобрення. Азот часто згадується як «стримуючий фактор» у сільському господарстві – рослини досягають верхнього ліміту росту через те, що «витягують» весь азот, який потрапляє в ґрунт. В 1910 році двоє німецьких вчених – Фріц Хабер і Карл Бош – запатентували процес перетворення атмосферного азоту на аміак – активну сполуку, яка містить азот у доступній для рослин формі. Це призвело до розробки комерційних азотних добрив, виробництво яких стрімко зросло у другій половині 20 століття (рис. 10) з 14 млн т в 1950 р. до 141 млн т у 2000 р. (Brown, 2001). Щороку процес Хабера-Боша використовується для створення приблизно 100 тераграм (мегатонн) аміаку, більша частина якого служить сировиною для виготовлення азотних добрив (Fields, 2004). Вплив людини на глобальний азотний цикл тепер більш істотний, ніж участь природних ресурсів (Tilman, 1998; Harrison, 2003). Забруднення нітрогеном визнано проблемою, яку можна буде вирішити приблизно через 50 років. Деякі промислові процеси виділяють аміак і закиси азоту в навколишнє середовище (Brown, 2001). Але на сільське господарство припадає більше 85 % створеного людиною азоту (Jordan et al., 1996). Його викиди внаслідок використання добрив зросли приблизно на 15 тераграм (мегатонн) на рік (Fields, 2004), і майже все це збільшення відбувається в країнах, що розвиваються і в яких переважають інтенсивні методи ведення сільського господарства. Інші агротехнічні прийоми, такі як розчищення площ, спалювання біомаси і висадження рослин, що фіксують азот, теж підвищують азотне навантаження на навколишнє середовище (рис. 10). Багато культурних рослин потребують більшої кількості азоту, ніж та, в якій він зустрічається у ґрунті, тому іноді необхідно збільшувати його рівень. Але використання занадто великої кількості азоту і недосконалі методи внесення призводить до його втрат. У розвинутих країнах надмірне застосування азотних добрив призвело до утворення орних земель, які містять азоту більше, ніж рослини можуть поглинути. Це частково пов’язано з тим, що однорічні просапні культури менш ефективно всмоктують азот, ніж багаторічні. Методи оптимального

господарювання адаптують обсяг внесених добрив до спроможності конкретних сільськогосподарських культур їх поглинати. Накопичення азоту є головною причиною утворення так званих «мертвих зон», які зустрічаються у великих водоймищах всього світу. Це території, де надмірна концентрація азоту призвела до цвітіння водоростей (цвітіння води). Бактерії використовують розчинений у воді кисень для розкладання мертвого фітопланктону, знижуючи його вміст до рівня, за якого морська флора і фауна не можуть існувати (рис. 10). У світі існує більше 400 мертвих зон, що розкинулися приблизно на 150 тис. кв. миль (Національне управління океанічних і атмосферних досліджень – NOAA, 2008; Diaz and Rosenberg, 2008). Середовища з високою концентрацією нітрогену зазвичай мають збіднене біорізноманіття, оскільки види, які можуть пристосуватися до його значного вмісту, витісняють інших. Про негативні економічні наслідки, а точніше – прямі збитки годі й казати.

Ерозія. Впродовж тисячоліть ведення сільського господарства передбачало повний обробіток верхнього шару ґрунту з метою його підготовки до посівів. Це полегшувало весняні роботи, знищувало бур'яни і шкідників, створюючи для агрокультур «табулу расу», на якій вони мали зростати. Але повний обробіток має і негативний вплив, оскільки виникає загроза ерозії ґрунту під дією води або вітру. В разі втрати верхнього ґрунтового шару зникає природне середовище разом із ґрунтовими організмами та функціями їх екосистеми (рис. 11). У 1990 році в Сполучених Штатах Америки визначили, що вітер і вода щороку руйнують 1 % верхнього шару ґрунту по всьому світу (США, 1990). Щоб зменшити ерозію, все більше фермерів переходять на неорне ведення сільського господарства або ж використовують неглибоку оранку. Замість щорічного переорювання полів перед сівбою вони сіють насіння на наступний рік безпосередньо на полі, з якого збирається поточний врожай. Також фермери пізно восени або ранньою весною, коли не ростуть продовольчі культури, саджають покривні культури для попередження ерозії. Органічні речовини, як правило, компост або гній, вносяться в ґрунт з метою стимулювання харчових ланцюгів ґрунту і збільшення поглинання вологи, зменшуючи у такий спосіб ерозію, яка спричиняється водними потоками (Адміністрація відновлення фермерства у преріях – PFRA, 2004).

Хоча вищеназвані методи успішно зменшують ерозію і покращують утримання вологи, слід зауважити, що ефективність жодної методики в контексті мінімізації руйнування ґрунту не може зрівнятися з ефективністю, яку забезпечують природні багаторічні поля. У зв'язку з цим вчені Канзаського інституту землі зайнялися розробкою високоврожайних багаторічних зернових культур, і *це відкриває величезні перспективи для екологічно раціонального і економічно вигідного вирощування продоволь-*

чого зерна (Glover et al., 2007). Крім того, природна органічна речовина ґрунту – гумус, – яка вимивається з ерозією, і є тим стабілізатором, який не зможе замінити будь-яка хімічна формула NPK, що видно з рис. 11. Власне втрата гумусу ґрунтами – прямий шлях до утворення белендів, а отже, до економічних збитків.

Іригація. Дві третини від загального обсягу прісної води, яку споживає людство, використовуються в сільському господарстві. Приблизно 40 % культурних рослин зрошуються (de Sherbinin, 1998). Іригаційні системи можуть завдати серйозних збитків природним екосистемам, збільшуючи засоленість полів, висушуючи території, які колись зрошувалися річками, спричиняючи спустелювання, знищуючи середовище існування не лише диких видів, а й людини. Аральське море (Центральна Азія) повільно зникає з 1960 року, коли радянські іригаційні системи спрямували його основні водні ресурси – річки Амудар'ю і Сирдар'ю – на зрошення великих площ інтенсивного сільського господарства (Micklin and Aladin, 2008; рис. 12). Через втрату джерел живлення у зв'язку з постійним зрошуванням бавовняних та інших полів Аральське море, яке раніше було четвертим за розмірами озером у світі, тепер зберегло лише 10 % своєї початкової площі. Це несе величезні економічні збитки, оскільки в результаті випаровування вздовж узбережжя накопичується сіль і залишки гербіцидів з полів, які принесли річки Амудар'я і Сирдар'я. Вітер роздуває їх по навколишніх територіях, населення яких від цього хворіє на екологічно залежні хвороби. Дефіцит води і засоленість не тільки спричиняють збіднення біорізноманіття місцевих екосистем, вони також зменшують продуктивність прилеглих сільськогосподарських земель.

Тепер Аральське море фактично складається з трьох озер, два з яких, імовірно, стануть мертвими впродовж найближчих десяти років. Якщо раніше воно могло забезпечувати існування промислового рибальства – основного виду діяльності в регіоні – то сьогодні лише північне озеро підтримує водну флору і фауну (ФАО, 2008). Нещодавні проекти з відновлення дозволили збільшити площу цього озера, зменшити засоленість і забезпечити функціонування невеликого рибного господарства (Micklin and Aladin, 2008).

Надмірний випас. Тварини – важливий елемент сільського господарства. Для вирощування агрокультур використовується приблизно 10 % земель, придатних для ведення сільського господарства, а ще 30 % служать пасовищами (Світовий Банк, 2007). Так, на континентальній території США худобу випасають на 44 % територій сільськогосподарського призначення. Це має величезні екологічні наслідки для диких тварин і рослин. Зокрема, 38 % видів, що опинилися під загрозою зникнення, зазнають негативного впливу сільського господарства, і 22 % з них були внесені до

цього переліку через випас сільськогосподарських тварин (Wilcove et al., 1998). Випас як екологічний чинник має важливе значення для степової екосистеми. Відомо, що степові травостої сформувалися під впливом випасу великих диких копитних (тур, тарпан, сайгак і ін.), деякі з яких є родоначальниками домашніх тварин. У природних умовах пасовищне навантаження, тобто чисельність диких копитних, регулюється природою. Зростання чисельності диких копитних обмежують різні природні чинники (хижаки, хвороби, засухи, холодні зими і т. д.). Тому в дикій природі чисельність травоїдних тварин знаходиться у відносній рівновазі з пасовищною ємністю степу. У сільськогосподарських екосистемах кількість худоби регулює людина. Перевипасання чинить прямий негативний вплив на природні кормові угіддя, викликаючи дигресію пасовищ, яка робить ґрунт незахищеним від водотоків та вітру, а отже, дуже вразливим до розвитку ерозійних процесів. Широко відомі приклади масштабного запустелювання степових угідь в Калмикії, Бурятії, Казахстані в результаті перевипасу[31].

Прямим негативним наслідком надмірного випасу є *пасовищна дигресія* (те саме, що й пасовищний збій) – поступова зміна рослинного співтовариства під впливом надмірного пасовищного навантаження (рис. 13). При пасовищній дигресії падає продуктивність травостою, бідніє видовий склад, степові трави заміщуються смітними. Насамперед зі складу рослинних співтовариств випадають цінні кормові злакові та бобові. Пасовищна дигресія – це багаторічний процес, що проходить наступні чотири стадії:

1) ковилово-різнотравна (слабо- і помірно збита);

2) типчакова (средньозбита);

3) полино-типчакова (сильнозбита);

4)повний збій (вибита гола земля з одиничними пригноблюваними бур'янами).

При пасовищній дигресії, окрім зміни видового складу, зменшуються намет і висота травостану, міцність і потужність дернини, загальний запас підземних органів і живильних речовин в них, глибина проникнення коріння, отавність, насінна продуктивність, довголіття рослин, врожайність; ущільнюється і висушується ґрунт; розвивається водна і вітрова ерозія; зменшується родючість ґрунту. При деградації пасовищних травостоїв ємність угідь падає від 1,3 умовних голів великої рогатої худоби до 0,2. Особливо критична ситуація складається в другій половині літа.

[31] Надмірне збільшення поголів'я інтенсивних тонкорунних порід овець з інтенсивною технологією утримання, що витіснили традиційні породи ВРХ, коней і верблюдів, сприяло руйнуванню степів.

Для запобігання пасовищній дегресії, а також для підвищення ефективності використання рослинних ресурсів степів і для забезпечення розвитку екологічно толерантного екстенсивного тваринництва першочерговим завданням є оптимізація пасовищного навантаження. Зокрема, в результаті перевипасання врожайність степових пасовищ падає в 6-8 разів. При цьому різко знижується посухостійкість угідь, що породжує гостру проблему із забезпеченням худоби пасовищним кормом в посушливі роки. Тварини, які одержують недостатню кількість корму малопродуктивні, що різко знижує рентабельність господарства. *Одна сита корова на хорошому пасовищі дає більше молока, ніж дві голодні на збитому пасовищі. При цьому в другому випадку витрат в 2 рази більше* (Юнусбаев, 2004).

Оптимізація пасовищного навантаження здійснюється через *приведення кількості худоби в господарстві у відповідність до площі пасовищних угідь,* або навпаки, збільшення площі кормових угідь до рівня необхідної для повного забезпечення поголів'я худоби пасовищним кормом. Це в першу чергу необхідно для підвищення врожайності природних кормових угідь, а отже, для підвищення загальної рентабельності господарства. Крім того, при дотриманні допустимих пасовищних навантажень на природні степові угіддя зберігається багата різноманітність видів рослин, тварин і птахів. Хороші пасовища – це не тільки високопродуктивні кормові угіддя, але й багатий запас ягід, лікарських і медоносних трав та дичини.

Таблиця 2

Тиск на ґрунт різних видів худоби

Вид худоби	Середня площа одного копита, $см^2$	Середня жива вага, кг	Тиск на ґрунт $кг/см^2$	
			Під час ходьби (опора на 2 копита)	Стоячи на місці (опора на 4 копита)
Вівці	4,2	45	5,4	2,7
ВРХ	54,0	550	5,1	2,5
Коні	97,8	500	2,6	1,3

Перевищення пасовищного навантаження викликає негативні зміни степових рослинних співтовариств. При багаторічному перевантаженні з травостою випадає ковила, інші цінні злаки і бобові, замість них розростаються бур'яни. Перевипасання ущільнює ґрунт і сильно пригноблює рослини. Погіршення ґрунтових умов уповільнює відростання отави. Падає якість і врожайність пасовищ. Степ втрачає одну зі своїх найважливіших якостей – стійкість до засухи. Особливо негативно на степові пасовища впливає випас овець, а дещо «м'якше» впливає велика рогата худоба. Випас коней найбільш безпечний для степового травостою. Під час випасу гострі копита овець тиснуть на ґрунт з силою 5,4 $кг/см^2$ (табл. 2), для ВРХ цей показник складає 5,1 $кг/см^2$, для коней 2,6 $кг/см^2$. Вівці на одиницю

пройденого шляху залишають в 2 рази більше слідів, ніж коні або корови. При цьому за схожих пасовищних навантаженнях різні види сільськогосподарських тварин по-різному впливають на степові угіддя.

Таблиця 3

Зміна степових рослинних співтовариств при пасовищній дигресії

Показник	Стадії пасовищної дигресії			
	I	II	III	IV
Видове богацтво, число видів на 100 м^2	60-90	40-60	20-40	8-20
Частка природних видів в травостані, %	55-70	50-65	25-55	8-36
Частка бур'янів в травостані, %	15-19	17-25	25-60	60-90

Таблица 4

Добова потреба в пасовищному кормі для різних груп худоби

Групи худоби		Добова потреба в пасовищному кормі	
		літом	взимку
ВРХ	молочні корови, бугаї	0,60	-
	м'ясні	0,36	-
	ремонтні	0,36	-
	молодняк	0,15	-
ДРХ	вівцьоматки, на відгодівлі	0,10	-
	молодняк	0,04	-
Коні	кобили, жеребці	0,50	0,18
	молодняк у віці:		
	- 6–12 міс.;	0,20	-
	- 12–24 міс.	0,30	-

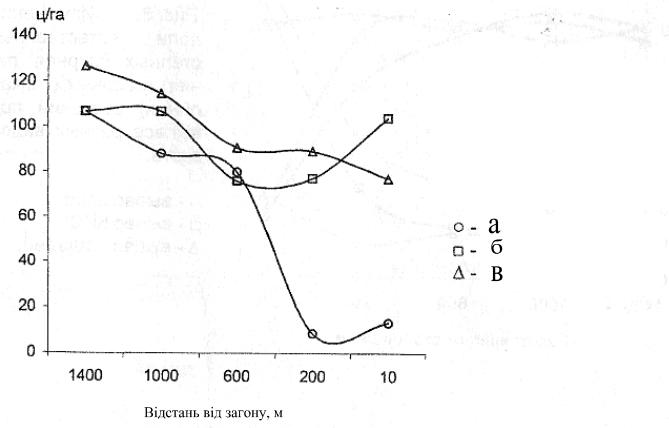


Рис. 14. **Зміна маси травостану на степових пасовищах при випасі різних видів худоби:**
а – овець; б – ВРХ; в – коней

На *рис. 14* показана зміна маси травостою на трьох пасовищних масивах, перший з яких використовується для випасу овець, другий – для ВРХ і третій – для коней (Юнусбаев, 2004). Найменша залишкова маса травостою відмічається після випасу овець. Особливо різко це виражено на ділянці з радіусом до 600 м від стійбища. Очевидно, що при випасі овець рослини пригноблюються більше від витоптування, ніж від виїдання. Надмірне витоптування руйнує не тільки надземні частини трав, але і їх кореневу систему, при цьому сильно ущільнюється ґрунт, що погіршує аерацію коріння і вологоємкість ґрунту. Після випасу коней маса травостою найбільша. Коні, часто

переміщаючись на значні відстані, рівномірно виїдають травостій на всіх ділянках пасовища. Такий режим випасу забезпечує для рослин кращі умови для відростання. При цьому коні охоче поїдають широкий спектр видів степових рослин. Це сприяє рівномірному розподілу навантаження на різні види степових трав.

Велика рогата худоба за силою впливу на степові пасовища займає проміжне положення між вівцями і кіньми. ВРХ вибірково виїдає лише найбільш цінні кормові трави, при цьому абсолютно не поїдаючи інші. В результаті на пасовищах ВРХ сильно пригноблюються цінні кормові трави і розростаються бур'яни. Це явище називають ефектом селективного випасу. З рис. 14 видно, що навколо стійбища ВРХ маса травостою помітно зростає. Проте це відбувається за рахунок зростання неїстівних бур'янів (чортополох, чорнокорінь, лобода, білена, одно-дворічні полини та ін.).

Насправді випас овець найбільш згубний не лише з точки зору розвитку пасовищної дегресії, а й для видового різноманіття степів. Так, на пасовищах овець у міру наближення до стійбища різко зменшується частка природних степових видів трав і зростає частка бур'янів. Майже така ж тенденція, але в дещо м'якішій формі спостерігається на пасовищах ВРХ. Примітно, що на пасовищах коней навіть навколо їхнього стійбища частка степових видів в травостої не зменшується, при цьому на низькому рівні залишається частка смітних рослин. Очевидно, що для економічно-ефективного використання степових пасовищ з підтримкою їх високої ємкості важливо дотримуватися допустимого пасовищного навантаження.

Таким чином, для підвищення рентабельності пасовищного тваринництва необхідне збереження продуктивності і видового багатства природних пасовищ, розробка допустимих пасовищних навантажень і їх дотримання, а також оптимізація структури поголів'я у бік скорочення кількості інтенсивних порід худоби.

Запрошення до роздумів: Чому гроші не можна їсти?

«Коли ви знищите усі ліси, річки й озера, то згодом ваші діти і онуки зрозуміють: долари неїстівні, а воду, просякнуту нафтою, неможливо пити...»
(Висловлювання одного з індіанських вождів часів європейської колонізації Америки)

«Не шукай провидця у чужій державі». Збалансоване природокористування – той наріжний камінь на якому перевіряється більшість сучасних уявлень про гармонію суспільства і природи. Адже незважаючи на потужні зусилля науковців і практиків, політиків і навіть світової спіль-

ноти екологічна проблема не лише не вирішується, а й весь час загострюється. Відтак, виникає підозра, що шляхи вирішення цієї проблеми методологічно некоректні, і передусім в аспекті економічної теорії. Сама назва вузівського напрямку підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» передбачає участь у вирішенні екологічної проблеми щонайменше трьох груп спеціалістів – біологів, які мають досліджувати особливості феномену життя у природі і давати відповідь, як це життя не порушувати (екологія); управлінців та знавців природних ресурсів, які повинні сказати усім, що охороняти, та як охороняти (охорона навколишнього середовища) і, нарешті, економістів, на яких лежить кінцева відповідальність за будь-які дії по відношенню до природних систем (збалансоване природокористування). Чому саме на них? Насамперед, тому що усі відносини суспільства і природи проходять через призму товарно-грошових відносин.

Насправді, визначення споживчої вартості будь-якої частки природи вже передбачає подальше її вилучення (варіанти: порушення, зміну, ліквідацію) із природних систем. При цьому сучасна економічна теорія недуже турбується про долю цих систем, чи про долю того, що залишилось на їхньому місці. Швидше за все, це пов’язане з тим, що економічна теорія у своїх концепціях майже не спирається на природничі науки. Сучасна мода на синергетику торкнулась майже усіх напрямів економічної науки: як складні системи розглядаються підприємства, галузі, країни. Але що ж від того змінилось? Споживацтва по відношенню до природних систем не поменшало, що закономірно призводить до усе більшого виснаження природних ресурсів. Зворотний бік такого споживацтва у вигляді інфляції економісти і політики пояснюють чим завгодно (зокрема, неправильними діями влади), але ж не вадами мегаекономічної моделі, яка прийнята у світі ще у XIX столітті завдяки зусиллям К. Маркса та його попередників і яку небезпідставно критикував наш геніальний земляк С. А. Подолинський.

У 1871 році С. Подолинський закінчив фізико-математичний факультет Київського університету ім. Св. Володимира, а ще через 5 років завершив навчання на медичному факультеті Вроцлавського університету. Така освіта дала йому можливість у тридцятирічному віці в 1880 році зробити еколого-економічне відкриття світового рівня. Майже 50 років його ідеї були не зрозумілі людству і тільки наш співвітчизник В. Вернадський, сприйнявши їх, високо оцінив енергетичний підхід С. А. Подолинського до вивчення економічних явищ. Натомість, намагання С. А. Подолинського налагодити наукові контакти з К. Марксом ні до чого не призвели. Принаймні, К. Маркс, визнаючи правомірність енергетичного

підходу до економічних явищ С. Подолинського, все ж таки не захотів відмовлятись від своїх поглядів.

Існуючі на сьогодні у суспільстві підходи до пояснення соціально-економічних процесів за допомогою використання вартісних показників, що оцінюють результати взаємодії суспільства із середовищем, не дозволяють членам суспільства створювати адекватну інформаційну модель, що відповідала б реальному розвитку з урахуванням її енерго-інформаційних характеристик. Вартісний підхід до пояснення взаємодії людей між собою і із природою приводить до диспропорцій у розвитку елементів соціально-економічних моделей, тому що вартісні показники суб'єктивні, штучно уведені людиною в сферу її взаємодії із середовищем як інструменти виміру цих взаємодій. Але бути такими вони не можуть, тому що за своєю суттю не відбивають фізичних перетворень одного стану речовини в інший, в той час як усі взаємодії об'єктів у природі мають винятково енергетичний характер.

С. А. Подолинський, захопившись свого часу ідеями Клаузіуса і Карно, тривалий час переписувався з К. Марксом, який високо оцінив його спробу систематичного залучення другого начала термодинаміки до пояснення економічних явищ. Проте найкращий у світі політеконом відкинув прогресивні та піонерні ідеї нашого земляка щодо переведення світової економічної системи на фізичні вартісні показники замість фетишизованих грошей і банківських металів. Та воно і зрозуміло, бо якби це сталося, то наукові ідеї, закладені в «Капітал», втратили б свій сенс. Натомість, не було б політичної економії, різних революцій, світових воєн, глобальної екологічної та енергетичної проблеми і багатьох інших феноменів новітньої історії.

Дороговказом для вирішення глобальних проблем людства, що постійно загострюються, мала стати стратегія сталого розвитку (Ріо, 1992, Йоханесбург, 2002, Ріо+20, 2012). Однак і вона на початку нового тисячоліття виявила ознаки тупиковості і невизначеності. Економічне обґрунтування збалансованого природокористування треба шукати в напрацюваннях класиків вітчизняної еколого-економічної та філософської думки, закладених ще у роботах Г. Сковороди, П. Юркевича, М. Туган-Барановського, С. Подолинського, В. Вернадського.

Ідеї С. А. Подолинського, викладені в його незаслужено забутій роботі «Праця людини і її відношення до розподілу енергії» сьогодні виявилися як ніколи доречними і актуальними, особливо в аспекті збалансованого природокористування. Головна думка у цих роботах така. Неодмінною умовою виникнення й підтримки життя на планеті є енергія Сонця. Економічний потенціал суспільства росте тільки в тому випадку, якщо людина сприяє своєю діяльністю збереженню й акумуляції цієї енергії в живій речовині планети. Далеко не кожна трудова діяльність сприяє цьому. «Продуктивна» праця – це тільки така праця, що забезпечує збереження живої речовини планети. А непродуктивна праця, навпаки,

спричиняє розсіювання накопиченої сонячної енергії. «Продуктивну» трудову діяльність учений назвав новою планетарною силою. «Праця – за Подолинським – це таке споживання механічної й психічної роботи, накопиченої в організмі, що має як результат збільшення кількості перетворюваної енергії на земній поверхні». Корисна праця – праця, що збільшує кількість енергії на земній поверхні. Праця не створює речовини (Подолинський, 2000).

Характерною рисою теперішнього часу є те, що економічна система, яка стимулює інтереси одержання прибутку, спричиняє виникнення протиріч між інтересами підприємств і інтересами всього суспільства. У світі править дух наживи без зайвих думок про стан природних систем. С. А. Подолинський ще у XIX столітті у поняття про прибутковість господарської діяльності ввів її природничо-наукове обґрунтування з позицій збереження життя як космічного явища. Здається, саме такого критерію бракує зараз в уявленнях про збалансоване природокористування. Сучасну економічну теорію доцільно було б розбити на дві гілки – політичну економію (яка багато в чому превалює у сучасних економічних системах) і фізичну економію, відродження головних принципів якої становить, на нашу думку, питання честі для вітчизняних вчених.

Неоліберальна (тобто ринкова) глобалізація – украй суперечливе явище. Вона відкриває нові можливості для розвитку, пов'язані з поширенням інформації, знань, нових технологій; дозволяє повніше використовувати переваги міжнародного поділу праці, виробничої кооперації, ефективніше використовувати ресурси і т. п. Але вона ж оголює і загострює існуючі у світі протиріччя і конфлікти, глобалізує їх, породжує нові небезпеки і проблеми. В міру прискорення темпів глобалізації, форсованій тими силами, яким вона особливо вигідна, більш різко виступають її негативні наслідки для бідніших країн і для менш захищених груп населення. Глобалізація стає фактором посилення нестійкості світового розвитку. У цьому сенсі неоліберальна глобалізація являє собою антитезу стійкого розвитку, а отже, збалансованого природокористування.

Неокласична теорія, з якої виходять погляди сучасних економістів-лібералів, виходила з того, що конкурентний ринок сам собою прагне до загальної рівноваги і стійкості, а ринкова раціональність, тобто зіставлення індивідуальних граничних витрат і вигод, забезпечує оптимальне розміщення ресурсів і максимальну ефективність. В основі цього погляду лежало уявлення про те, що природні ресурси є дармовими і практично невичерпними, що завжди є можливість заміщення дефіцитних ресурсів, а соціальними й екологічними витратами господарської діяльності можна зневажити як побічними ефектами. Власне, такі уявлення продовжують панувати і на сьогодні, принаймні на пострадянському просторі, адже найбільші статки олігархів Росії та України зроблені саме на природних ресурсах на тлі штучного знецінення природної ренти.

Саме тому невпинний та неухильний рух світової економіки до прірви у вигляді низки глобальних криз сьогодні поступово відроджує головні теоретичні засади фізичної економії, які добре відомі історії вітчизняної економічної думки, передусім, завдяки працям С. А. Подолинського. Аналіз економічної теорії свідчить, що суспільство продовжує осмислювати свою роль і місце у природі та шукати форми і зміст суті своїх відносин із природою.

Крім С. А. Подолинського, деякі дослідники (В. Вернадський, М. Руденко, Л. Ларуш, А. Шевчук, Т. Муранівський, Дж. Тенненбаум та ін.) у своїх працях описують енергетичний характер взаємодії суспільства з природою, але їхні роботи практично не розкривають механізму протиріч, закладених у системі оцінок діяльності суспільства, що використовує вартісні показники. Крім того, не вказуються шляхи виходу з низки глобальних криз, що пов’язано з недостатнім осмисленням феномену людини на нашій планеті.

Суспільство створює структури, які виконують відповідні функції, і використовує ці структури для взаємодії із природою. Результатом цієї взаємодії є нова якість середовища, вона змінює свої форми, енергетичний потенціал, напрямок руху потоків маси й енергії в навколишньому просторі. Більше того, змінюється саме середовище, у якому людина створює власну екосистему.

У багатьох еколого-алармістських роботах (починаючи від Т. Мальтуса і закінчуючи доповідями Римському клубу) людина уявляється як потвора, яку треба закрити у вольєрі (переважно в урбаністичних формах поселень) і яка б будувала власне життя незалежно від природного речовинно-енергетичного обміну. Таке хибне уявлення є прямим наслідком невизначеності істинної вартості так званих невичерпних природних ресурсів, закладене в політекономію ще її класиками. Але природні закони важко спростувати – наша планета, у географічному просторі якої мешкає людство, не є закритою системою, а пов’язана із космосом механізмами речовинно-енергоінформаційного обміну. Власне, цю беззаперечну істину хотів свого часу донести до стовпів економічної думки С. А. Подолинський. Отже, той важкий тягар глобальних проблем, який давить на сучасну цивілізацію, вимагає негайної ревізії прийнятого сьогодні тлумачення механізму взаємовідносин людини з природою, тлумачення, втіленого у світовій економічній системі, але дуже далекого від уявлень про збалансоване природокористування.

Один із сучасних вітчизняних продовжувачів ідей С. А. Подолинського В. Н. Письмак вважає, що у зв'язку із цілеспрямованим впливом людини на навколишнє середовище, що полягає у відділенні частини речовини від нього, її переміщенні в просторі й приєднанні до іншої частини для одержання нового цілого, людина забезпечує рух елементів середовища

в просторі та їхнє перетворення шляхом впливу енергоімпульсами на їхню структуру. Вивчаючи навколишнє середовище, людина постійно відкриває його нові якості, що дозволяє їй збільшувати потужність потоку енергоімпульсів і щільність їхньої концентрації на одиницю площі. Все це дозволяє людині впливати на навколишнє середовище дедалі масштабніше. Речовину навколишнього середовища В. Н. Письмак розглядає як «нейтральну» енергомассу, що за певних умовою більшою мірою проявляє свої енергетичні або речовинні якості, при цьому енергомасса переходить або в енергетичну якість (ентропує), або в речовинну якість (негентропує).

Поділ речовини на дві протилежні її складові, що перебувають у єдності, є принциповим у теорії В. Н. Письмака. Перша зі складових представлена енергомасою речовин, що мають великий коефіцієнт миттєвої ентропії, обумовленої нестійким атомарним станом за певних умов. Це такі енергоносії, як деревина, вугілля, газ, вода, вітер, уран і т. п. Друга складова представлена енергомасою речовин, що мають стійкі атомарні зв'язки, які дозволяють при будь-яких досить потужних впливах зберігати свої негентропійні властивості й не ентропувати у простір навколишнього середовища досить довгий період. Людина за В. Н. Письмаком, організовує їх взаємодію. При цьому одержується комплексна їхня властивість, що виражається перехідним станом (енергомасою), якість якої дозволяє людині перетворювати речовинні компоненти, що беруть участь у виробництві, на якісно нові негентропи.

Людина організовує процеси взаємодії ентропів і негентропів, у результаті чого зв'язані частки негентропів одержують деяку здатність до руху, а отримана енергомасса об'єднаних ентропів і негентропів стає однорідною за своїм складом і займає новий просторовий об’єм. Момент зміни об’єму використовується людиною для додання руху тим або іншим конструкціям у структурах, змодельованих нею, які самостійно рухатися не можуть. У результаті цих процесів ентропи безповоротно зникають і людина спрямовує свої зусилля на їхній видобуток знову й знову, що призводить до знищення речовин-ентропів, які являють собою речовинну частину нашої планети. Речовини-негентропи людина також витягує з планети, захоплює їх, переміщує над нею в просторі. Вона надає їм нових форм і якостей, які допомагають людині завдяки своїм більш високим негентропним якостям надалі керувати ентропами й негентропами, що перетворюються на енергомассу у виробництві, і тими,що утворюються у вигляді відходів і рукотворних негентропів – «організованих», «розумних», «одухотворених», що мають новий зміст, покликані ентропувати у простір у результаті їхнього використання (експлуатації).

У результаті посилення активної діяльності людини земна речовина, яка представлена ентропами, повинна зникнути в космічному просторі, а земна речовина, представлена негентропами, набуває зовсім іншої фор-

ми, що буде мати дві сфери своєї якості: корисну у вигляді сфер захисту людини від впливу середовища й марних відходів. Пізнаючи навколишнє середовище, людина створює нові конструкції своїх організаційних форм, які забезпечують їй більш ефективну взаємодію із середовищем, тобто забезпечують більше прискорене її руйнування. За класифікацією В. Н. Письмака, ці форми характеризуються сімома їхніми видами, що функціонують і розвиваються сьогодні на планеті. Якщо перший вид представлений формою людини, то сьомий вид представлений глобальною економікою, що організовується в мегамодель. Восьма форма, квазімодель, починає проявлятися в організованій людиною взаємодії елементів у космічному просторі й тільки формується.

Процес виникнення будь-якого виробу у виробництві або у речовинній формі в природі не є взаємодією вартостей (кількостей праці), а є взаємодією якостей простору, які містяться у певних його обсягах. Ця взаємодія завжди здійснювалася в певних пропорціях як взаємодія ентропійних і негентропійних якостей простору. Сьогодні досягнення науки дозволяють виміряти ці якості, а тому з'являється об'єктивна можливість виміряти знову створений продукт в енергетичних одиницях. Отже, участь географічного простору як наукової категорії у пошуку нової мегаекономічної моделі досить логічна і ґрунтовна. Відомий економіст-аграрник А. В. Чаянов ще на початку XX століття звернув увагу на питання екологічної шкоди наявної просторової організації людської діяльності[32].

У сучасних соціально-економічних моделях у результаті взаємодії людини з природою з'являється додатковий продукт-негентроп, ентропію якого людина починає контролювати. Це можуть бути основні виробничі фонди чи об'єкти інфраструктури й соціально-побутового призначення або запаси продуктів-ентропів (енергоресурсів), які перебувають у негентропному стані. У фізичному сенсі людина прагне збільшити обсяг організованої маси, яка знаходиться у просторі середовища її перебування. Тобто з'являється доданий продукт (за В. Н. Письмаком), або продукт, який з'явився в результаті діяльності людини в просторі її перебування. Він є матеріалізованим негентропним об'єктом зі стійкою просторовою формою й дозованим внутрішнім енергетичним змістом (ентропа або негентропа). Але найголовніше, що цей, вже новий для природи об'єкт розширює просторовий об'єм середовища існування людини.

Одним із напрямів застосування методу доходно-витратного аналізу в контексті вироблення ефективної державної політики є введення в макроекономічні розрахунки параметра негативного впливу техногенного забруднення навколишнього природного середовища на економічний розвиток не тільки окремої країни, а й людської цивілізації в цілому.

[32] Чаянов А. В. Путешествие моего брата Алексея в страну крестьянской утопии / [Электронный ресурс]. / А. В. Чаянов, - Режим доступа : http://az.lib.ru/c/chaianowaw/text0020.shtm.

Цей підхід втілився в розробку концепції так званого сталого розвитку. Український переклад англійського словосполучення *sustainable development* не є повністю адекватним англійському аналогу і суті цієї концепції. Краще перекладати цю категорію як «життєзабезпечуючий розвиток», бо саме такий зміст є центральним пунктом цієї концепції. Сучасним же терміном, який прижився у вітчизняній науковій літературі і який повністю передає зміст життєзабезпечуючого розвитку стало словосполучення «збалансований розвиток».

В основу концепції життєзабезпечуючого (сталого) розвитку покладено розуміння того, що життя на Землі підтримується в результаті складної взаємодії глобальних потоків енергії та матеріалів, що споживаються і продукуються, як у природних екосистемах, так і в техногенній економіці. Вважається, що це є взаємопов'язаний кругообіг прямих та зворотних зв'язків, які відображують на осі часу потоки доходів і витрат, яким притаманна тенденція до глобального врівноваження. Але такий доходно-витратний аналіз свідчить про те, що це врівноваження може і не бути сумісним з існуванням життя на Землі, якщо витрати, пов’язані з катастрофічними екологічними результатами, перевищать доходи від звичайного економічного розвитку.

Економічні процеси беруть участь у цьому кругообігу через споживання матеріалів і енергії та трансформації їх у продукцію та відходи, які повертаються до природної екосистеми. Ці процеси споживання та виробництва, які відбуваються в економіці, можуть, з одного боку, примножувати природні ресурси, а з іншого – знищувати їх, зменшуючи таким чином ресурс (послуги) природної екосистеми для тривалого економічного зростання. Розуміння взаємопов'язаності економіки й екології навколишнього середовища через глобальні потоки енергії та матеріалів, які циркулюють в біосфері Землі, є центральним фокусом сучасної наукової концепції життєзабезпечуючого (сталого) економічного розвитку. Тому захист природного середовища повинен стати невід'ємною складовою сучасного економічного розвитку всіх країн, щоб обмежити або ліквідувати виробництва і продукти споживання, які несумісні з підтриманням на планеті Земля стану відтворення життєздатності біосфери у далекоглядній перспективі.

Значний вплив на наукові уявлення про межі допустимого втручання у біосферу вносить теорія біотичної регуляції, що розроблена російським вченим В. Г. Горшковим (1994). На підставі проведених розрахунків низки параметрів, що характеризують біогеохімічні кругообіги (води, вуглецю, біологічних показників тощо), автор доходить висновку, що біота з часу виникнення на Землі не тільки адаптувалася до навколишнього середовища, але і значно впливала на нього, сприяла його форму-

ванню. Сучасні глобальні зміни є наслідком руйнування компенсаційних механізмів біоти, а не прямого впливу людини, яка забруднює довкілля. Руйнування компенсаційних механізмів відбувається внаслідок перевищення допустимих меж збурення біоти господарською діяльністю людини. Розрахунки дозволяють визначити межу стійкості (допустимого збурення) біосфери, за якої біота зберігає здатність контролювати умови довкілля, якщо людина під час своєї діяльності використовує не більше 1 % чистої первинної продукції біоти.

Отже, під час оцінки екологічного ризику необхідно враховувати, що основою екологічних систем є термодинамічні структури, які можуть утворюватися та зберігатися без порушення другого закону термодинаміки. Структура, функції та еволюція екосистем, що вміщують хімічні сполуки, залежать від обміну речовин та енергії з навколишнім середовищем, а також від зв'язків між процесами, які збільшують або зменшують ентропію всередині даної екосистеми. Як бачимо, правильність наукового підходу С. А. Подолинського підтверджується результатами сучасних досліджень.

Розвиток цивілізації поставив перед сучасною наукою дуже важливе завдання: розрішення протиріччя між потребами людського співтовариства й обмеженою кількістю природних ресурсів. Дотепер це завдання завжди вирішувалося на користь максимального задоволення потреб, безвідносно до того, чи є ті або інші потреби первинними, дійсними, тобто залежними від вітальних особливостей людського організму і його духовних запитів, або вторинними, найчастіше удаваними, обумовленими його соціальними амбіціями. Подібна стратегія може привести людство до загибелі, якщо зусилля людей не будуть спрямовані на розуміння й корекцію своїх потреб.

Ефективність суспільного виробництва повинна визначатися не обсягами виробництва продукції для задоволення людських потреб, а з позиції їхнього регулювання відповідно до можливостей природи. Історія цивілізації знає чимало спроб вирішити це завдання силовими методами. Результат завжди був жахливий. В економічній сфері на сьогодні відбувається найжорстокіша конкурентна боротьба, що іноді набуває найпотворніших форм, аж до прямих військових зіткнень. Світові релігії, що послужили фундаментом сучасної культури, також залишаються факторами, які розділяють людство. Залишається єдиний вихід – зміна просторового буття людства. При цьому повинна виконуватись головна умова – підтримуваний розвиток екосистеми людини зі збереженням відтворювальної здатності природних екосистем.

Отже, *збалансованим потрібно вважати такий розвиток, який би залишав для природних екосистем здатність до самовідтворення.* Для цьо-

го потрібно розглядати два шляхи. Перший – *концептуальний*, а саме перехід до моделі світової економіки, найбільш наближеної до принципів фізичної економії, розроблених ще в кінці XIX століття українським економістом С. А. Подолинським і адаптованих до сучасних умов В. П. Письмаком. Основу цих напрацювань складає уявлення про два типи речовини – негентропіках або тій речовині, що містить пасивну атомарну енергію і ентропіках – речовині, що дозволяє здійснювати перетворення енергії у виробництві. При цьому сукупний обсяг використаної маси речовини, що залишається в розпорядженні людини у вигляді продуктів довгострокового користування, завжди менше, ніж добутий із природи обсяг речовини. У зв'язку з цим одна кількість товару певної якості на ринку «коштує» по-різному порівняно з іншою кількістю товару іншої якості, але як перша, так і друга товарна якість містять однакову кількість праці, витраченої на виробництво товарів, тобто випромінених енергоімпульсів, що пройшли через масу речовини, з якої ці товари складаються. У яких речовинних обсягах якість одного товару «коштує» порівняно з іншим, показує вартість – абстрактний вимірник ентропності їхніх виробництв, що знаходить своє інформаційне відображення у формі грошей.

Другий шлях – більш *радикальний* і пов'язаний зі зміною просторового буття людської популяції у бік збільшення територій, зайнятих натуральним господарством. Власне, таке господарство має розвиватись на «повернутих» природі територіях – поселеннях з найбільш наближеним до природних екосистем типом матеріально-енергетичного обміну і які більш детально буде оглянуто у наступних розділах.

Розділ 1.3. Сучасні концепції природокористування та їх оцінка з позицій екологічної толерантності

Екосистемна організація біосфери – основа її стійкості. За своєю природою, людина змінює середовище свого проживання. Але сучасний вплив людини на природні екосистеми незрівнянно більший, ніж раніше. Сумарна потужність антропогенних викидів і скидів в багатьох випадках є близькою, а часто і більшою ніж потужність природних джерел. Наприклад, антропогенні джерела викидають свинцю в десять разів більше, ніж природні, оксидів азоту приблизно однакову кількість, а сірчистих газів промисловість викидає 30 млн тон проти 150 млн т природних викидів. Гірничовидобувне виробництво вилучає за рік із земних надр близько 10 млрд. т корисних копалин і 100 млрд т супутньої породи, а вулкани за той же час викидають на поверхню лише 3 млрд. т речовини. За даними К. М. Ситника, нині майже 30 % суходолу планети перетворено на пустелі і напівпустелі, 2 млрд га орних земель через нераціональну

діяльність людей втратили родючість, щороку із використання вилучається 200–300 тис. га зрошувальних земель внаслідок підтоплення, засолення, виснаження та спустошення. Джерела антропогенного впливу розташовані локально, і їх вплив деформує, перш за все, локальні природні екосистеми. Завдяки природним кругообіговим процесам ця деформація поступово охоплює екосистеми вищого рівня до біосфери включно.

Антропогенний вплив має різноманітний характер і, як правило, є наслідком споживацького відношення людей до природи. Відповідь у вигляді бумерангової реакції стає все відчутнішою – по-перше, якість середовища існування людини погіршується. По-друге, повернення раніше переможених хвороб (віспа, туберкульоз тощо) та поява нових (СНІД та ін.) слід вважати захисною реакцією біосфери на агресивну поведінку одного з біологічних видів. Більше того, згідно з сучасними уявленнями, гомеостатичні важелі біосфери наскільки розвинуті, що охоплюють не лише біосферні регулятивні механізми, а й політичні та соціально-економічні. Зокрема, будь-які події, які ведуть до скорочення чисельності населення (військові дії, тероризм, природні катастрофи та ін.) також є проявом регулятивної здатності біосфери[33].

У природних екологічних системах наявність людини чи об'єктів антропогенного походження (транспортні засоби, людське житло тощо) допустима лише короткочасно і тому в структурній схемі системи не враховуються. Таким чином, до *природних екологічних систем* умовно можна віднести не лише безлюдні ізольовані території (болота, гірські вершини, заповідні території тощо), а й ділянки суші та вод, на яких безпосередній людський вплив відчувається короткочасно (місця немасового тимчасового відпочинку, дослідні ділянки природних об'єктів тощо).

Природні антропогенно-змінені екологічні системи за потужністю деформації первинної природної системи ділять на три категорії: *мало змінені, змінені та порушені*.

До *мало змінених природних екосистем* відносяться такі, в складі яких немає постійної компоненти антропогенного походження, але людський вплив відбувається постійно. Це ліс, в якому регулярно ведуться роботи з розчистки, пасовища худоби тощо. Антропогенний вплив в таких системах враховується у вигляді зовнішньої постійної дії. *Змінені та*

[33] Сонько С. П. Регіоналізація, прикордонні конфлікти та майбутні шляхи розвитку природи і суспільства. / С. П. Сонько // Страны и регионы на пути к сбалансированному развитию.: сборник научных трудов. – К. Академпериодика, [Електронний ресурс]. – 2003. – С. 179–182.; Сонько С. П. Концепція ноосферних екосистем як продовження ідей В. І. Вернадського. / Ноосфера і цивілізація. Всеукраїнський філософський журнал. Вип. 8–9(11). – Донецьк : ДонНТУ, 2010. – С. 230–241. – [Режим доступу] : http://www.udau.edu.ua/media/elektronni-materiali/naukovi-statti/sonko-s.p/

порушені екосистеми мають в структурі антропогенні складові, вплив яких враховується при розгляді зв'язків між компонентами системи. Різниця між такими системами полягає в спроможності повернення до первинного природного стану – *змінені екосистеми не втратили такої можливості, а порушені – втратили.*

До змінених систем відносяться цілинні розорані землі, перевипасені пасовища тощо. У випадку вилучення із системи антропогенного фактору вона здатна через деякий час повернутися до первинного стану. До порушених екосистем належать висушене болото, розораний схил балки тощо.

Антропогенні екологічні системи – це нові, штучно створені чи постійно використовувані та порушені ще в минулому природні системи. Неприродні штучні складові в них превалюють над природними. Це – людські поселення різного типу, сільськогосподарські угіддя, майданчики промислових підприємств, транспортні шляхи, штучні лісонасадження, об'єкти риборозведення тощо. Хоч і тут є певні застереження, оскільки такі екосистеми не можна вважати повночленними, а отже, тими, яким притаманний механізм саморегуляції.

Деформація природного середовища в межах локальних екосистем не обмежується розглянутим антропогенним впливом. Будь-яка екосистема відчуває через зовнішні зв'язки дію глобального антропогенного впливу, тобто інтегрованої (в масштабах планети) людської дії. Попри усі технологічні надбання людської цивілізації, екосистемну організацію біосфери спростувати (або підмінити) ще нікому не вдалося. Підтвердженням цього є дві полярні за змістом групи концепцій – від технократичних «Біосфери-2» та «урбоекосистеми» до футурологічно-ідеалістичних «Анастасії», «Неприборкуваної планети» та «Аватару». Певною мірою – це ті два полюси, між якими повинна знаходитись стратегія збалансованого природокористування, на зразок концепцій коеволюції, ноосферних екосистем, або екологічних каркасів. Власне, у намаганні «примирити» техногенну експансію людської цивілізації з регуляторними механізмами біосфери і полягає основний зміст усіх концепцій природокористування, розглянутих в нижче.

1.3.1. Концепція природокористування, незалежного від біосфери. «Біосфера-2»

Стисла хроніка експерименту «Біосфера-2»

На початку 90-х, в американській пустелі Арізона був здійснений масштабний проект, що отримав назву «Біосфера-2». Ця штучно-створена замкнена «біосфера» була першою масштабною спробою моделювання процесів, що відбуваються в природних екосистемах Землі. На думку авторів проекту, отримані в ході експерименту результати могли б стати

в пригоді під час тривалих космічних перельотів. Експеримент мав тривати 2 роки.

Комплекс оранжерей, повністю ізольованих від навколишнього середовища (навіть атмосферного повітря) зайняв близько 1,5 га, об'єм атмосфери «Біосфери-2» склав близько 204 тис. $м^3$ повітря. У гігантську теплицю було поміщено близько 3000 видів тварин і рослин, а також 8 волонтерів з роду *Homo sapiens*. Нормальну життєдіяльність їм мали забезпечувати сім штучно створених біомів: тропічний ліс, пустеля, савана, океан з невеликим кораловим рифом і мангровим естуарієм, агроценоз, в якому колоністи вирощували продукти харчування (овочі, фрукти і худобу), а також житловий блок. Видовий склад живих організмів був підібраний, щоб якнайкраще імітувати біосферний кругообіг речовин, що включає продукування і розкладання органіки, у тому числі й природне розкладання відходів життєдіяльності людей. Але згодом почалися проблеми.

Однією з головних проблем виявилося те, що рослини не змогли виробляти необхідну кількість кисню, вміст якого в атмосфері «Біосфери-2» знизився з 21 % до 15 %. В результаті довелося підкачувати кисень із зовнішнього середовища. Два роки (з 1991 по 1993 рік) мешканці штучної біосфери жили в умовах постійного кисневого голодування.

Друга проблема, з якою стикнулися люди, – це нестача їжі. Площі агроценозу «Біосфери-2» виявилося недостатньо, щоб забезпечити 8 людей їжею в достатній кількості. Для вирішення цієї проблеми довелося збільшити щільність засіву зернових, а також висадити в тропічному лісі банани та папайю.

Третя проблема, яка значно ускладнювала життя людей в ізольованій екосистемі, – це неконтрольоване зростання чисельності комах-шкідників. Харчові ланцюги штучних екосистем «Біосфери-2» виявилися неповними, і чисельність комах-шкідників за відсутності ворогів стала неухильно зростати. В ізольованих від зовнішнього середовища умовах «Біосфери-2» використання інсектицидів неможливе, оскільки процеси самоочищення в таких невеликих екосистемах проходять дуже повільно, а отже, отруєння хімікатами всіх мешканців, у тому числі і людей, буде неминучим.

Четверта проблема – підтримка штучного клімату. Біом пустелі проіснував недовго. Вранці волога конденсувалася на скляному даху «Біосфери-2» і штучним дощем падала вниз. Через деякий час після початку експерименту пустеля почала заростати травою. А відсутність вітру згубно позначалася на деяких видах деревної рослинності. За відсутності тиску вітру на стовбур і гілки дерев, механічні тканини деревини були недостатньо розвиненими. В результаті стовбури і гілки дерев ставали крихкими і ламалися під власною вагою, а отже, припинив існувати біом лісу.

У зв'язку зі зростаючим ризиком для життя людей – учасників експерименту, його довелося передчасно припинити. З 1996 року «Біосферу-2» передали у ведення Колумбійського університету, який продовжував подальші дослідження, але вже без участі людини. Деякі біоми науково-дослідного комплексу були доступні для екскурсантів. У 2005 році «Біосфера-2» була виставлена на продаж.

Головний висновок з експерименту – *штучно відтворити біосферу Землі неможливо.*

Наукове обґрунтування створення моделі біосфери Землі. Учені вже давно шукали відповідь на питання, чому ж так складно прогнозувати поведінку біосфери Землі? Власне, проводити теоретичні розрахунки і створювати математичні моделі поведінки біосфери Землі складно тому, що на її стан впливають дуже багато чинників. Постановка натурного експерименту неможлива, оскільки, по-перше, це може привести до непередбачуваних наслідків, а по-друге, технічні можливості сучасної цивілізації вельми обмежені. Вже давно у науковому світі обговорювалася думка про створення моделі земної біосфери в мініатюрі.

Така модель повинна була відповідати наступним вимогам:

• вона має бути ізольована від решти світу;

• у ній має бути своя атмосфера, ґрунт, океан, тропічний ліс і назку інших біомів;

• вона повинна мати свій рослинний і тваринний світ;

• у замкнену біосферу ззовні повинні надходити лише сонячна енергія і тепло, як це відбувається на нашій планеті.

Побудувавши таку замкнену біосферу, можна було б почати натурні експерименти. Наприклад, цікаво з'ясувати, як розвиватиметься ця експериментальна біосфера в майбутньому, якщо її не чіпати. Що відбудеться з біосферою, якщо збільшити концентрацію вуглекислого газу? Яких змін можна чекати, якщо імітувати глобальне потепління клімату? І безумовно, такий досвід може знадобитися в майбутньому при формуванні поселень людини на інших планетах. Великим ентузіастом створення моделі замкненої біосфери був техаський мільярдер Ед Басс. Він же виступив основним спонсором. Розробка конструкцій і систем біосфери зайняла близько 10 років. Впродовж цього часу спеціальні групи учених збирали по всій Землі різноманітні види тварин і рослин для заселення «Біосфери-2», підбирали зразки ґрунту, ретельно стежачи за тим, щоб все було біологічно збалансовано. Місце для будівництва «Біосфери-2» було вибране в пустелі південної Арізони, біля підніжжя гір Санта-Каталіна, недалеко від м. Тусон. 1986 році компанія «Space Biosphere Ventures» почала будівництво цієї незвичайної споруди. Одна з умов Еда Басса при спорудженні моделі біосфери полягала в тому, щоб можна було прослідкувати людські

відносини в умовах дикої природи і повної ізоляції. Нарешті, в 1990-му році було споруджено грандіозну будову, яка була замкненою природною системою, що отримала назву «Біосфера-2» (рис. 15).

Вона повинна була працювати! «Біосфера-2» була монументальною конструкцією зі скла і сталі. Вона займала площу трохи більше ніж 1 гектар. Загальний об'єм споруди складав близько 200 тисяч кубометрів. Вона була повністю вкрита скляним ковпаком, що пропускав 50 % сонячного світла. У високих скляних сферах розмістилися декілька екологічних систем в мініатюрі: тропічний ліс, океан, солоний марш, луг, савана, пустеля. Там були також басейни для риб, інсектаріум, де мешкало понад 200 видів комах, сільськогосподарська ферма для утримання тварин і вирощування різних рослин. Крім того, були передбачені: житлова частина – кімнати для співробітників, майстерні й інформаційно-обчислювальний центр, який здійснював моніторинг за всіма процесами в біосфері. Кожна з екологічних систем була відокремлена від інших і мала свій особливий клімат. Наприклад, випаровування води з океану здійснювалося за допомогою вентиляторів. Пара, що утворюється таким чином, надходила в тропічний ліс, де підтримувалася певна вологість. Захисні екрани, керовані комп'ютерами, дозволяли мати в кожному відсіку відповідні світлові і температурні умови. Спеціальні «мембрани-легені» контролювали тиск усередині конструкції, щоб не порушити її ізоляції.

«Біосфера-2» мала достатньо великий розмір, щоб підтримувати всі екосистеми в динамічній рівновазі, і в той же час вона була доволі мініатюрна, що дозволяло легко досліджувати всі процеси, які відбуваються в ній. «Біосфера-2» розроблялася спеціально для того, щоб люди могли там жити. При цьому передбачалося, що вони будуть ізольовані від зовнішнього світу, а усередині здійснюватиметься природний кругообіг різних речовин і води під дією сонячної енергії. Єдиний зв'язок із зовнішнім світом повинен був здійснюватися через оптико-волоконні кабелі для передачі комп'ютерних даних і по телефонних лініях для переговорів. Була в «Біосфері-2» і «техносфера». Інженери спроектували складні технічні системи, які, наприклад, повинні були створювати океанські течії, тропічні дощі, імітувати морський прибій. Численні датчики постійно повинні були стежити за температурою і концентрацією тих або інших речовин у воді, повітрі та ґрунті усередині оранжерей і передавати ці параметри для подальших досліджень. Таким чином, повністю ізолюватися і обійтися без технічних засобів не вдалося.

Після закінчення будівництва настав час для початку довготривалого експерименту з виживання людей у повністю замкненій та ізольованій від зовнішнього світу системі. Перед цим був проведений конкурс серед добровольців, які б погодилися взяти участь в цьому науковому дослід-

женні. Після суворого відбору комісія зупинила свій вибір на 8 претендентах. На початку експерименту – 26 вересня 1991 року 8 людей увійшли до закритої модельної екосистеми «Біосфери-2». Це були 4 чоловіка і 4 жінки. Учасники проекту мали прожити там два роки в повній ізоляції. Це була спроба імітувати життя людей на іншій планеті в замкненій екосистемі в умовах, наближених до життя на Землі. Людям надали досить комфортні умови для життя. У кожного була своя спальня, загальна кухня, де вони могли готувати їжу. У спеціальних оранжереях вони повинні були вирощувати овочі та фрукти. Була також спеціальна ферма, де вони мали доглядати курей, поросят і кіз. Один із наукових керівників проекту, Карл Ходжес, сказав: «Ми розробили комплексну систему харчування. Люди не зобов'язані їсти водорості, у них будуть кози, кури, риби й інше. У такому вигляді модель біосфери в принципі могла б існувати, розвиватися і підтримувати свою рівновагу і на Марсі». Однією з обов'язкових умов для біосферян був екологічний тип мислення. К. Ходжес образно сформулював це так: «Якщо хто-небудь кине що-небудь шкідливе для здоров'я людини у водостік системи, він знайде це через пару тижнів у себе в чашці з кавою!» Сільськогосподарська частина «Біосфери-2» обіцяла гарантоване забезпечення їжею – кози народили потомство, кури справно неслись, дрібні плямисті свині добре їли і набирали вагу. Рослинна їжа була представлена картоплею, помідорами, цитрусовими. У перші тижні експерименту всього цього вистачало і його учасники були цілком щасливі і задоволені своїм життям.

Чому ж вона не працювала? Через кілька місяців після початку експерименту з «Біосфери-2» почали надходити перші невтішні вісті. В атмосфері гігантської оранжереї почала зростати концентрація вуглекислого газу. Незабаром вона перевищила критично допустимий рівень. Для його зниження були застосовані спеціальні заходи ззовні. Це привело до того, що була *порушена концепція цілком природної екосистеми*. Другим неприємним сигналом було те, що знизилася концентрація кисню. Нормальна концентрація кисню в атмосфері – 21 %, а в «Біосфері-2» вона складала 13 – 14 %. Нестача кисню призвела до того, що у деяких учасників проекту почалися постійні головні болі, також помітно знизилася їх працездатність. До початку проекту вчені запропонували різноманітну дієту для учасників, включаючи велику кількість овочів і фруктів. Насправді цього досягти не вдалося, оскільки виростити на невеликій ділянці землі овочі для восьми чоловік практично неможливо. Окрім цього, «на полях» почали жваво розмножуватися різні шкідники (жуки, метелики), які знищували значну частину врожаю. Для боротьби з ними еконавти використовували «біологічну зброю»: їх природних ворогів – комах, які харчуються личинками шкідників. Ще один факт, який не могли врахувати вчені при

плануванні харчування учасників експерименту: маленькі плямисті свині чомусь не розмножувалися на свинофермі, і їх довелося забити. Це тимчасово вирішило проблему з харчуванням біосферян. Але були і позитивні моменти: кози справно давали молоко, а кури несли яйця. Проте, їжі мешканцям «Біосфери-2» явно не вистачало. Майже всі учасники добряче схудли, змінився і біохімічний склад крові: різко впав вміст цукру і холестерину, знизилася кількість білих кров'яних тілець. Багато хто мав знижений тиск крові. Здоров'я людей значно похитнулось, і керівникам проекту довелося порушити умови експерименту. Вони розпорядилися, щоб у «Біосферу-2» почали підкачку кисню ззовні і почали забезпечувати еконавтів додатковим харчуванням. Ці порушення довго приховувалися від громадськості, щоб продовжити видимість чистого експерименту. Але це ще не всі біди, які звалились на «Біосферу-2» і її мешканців. В екосистемі розвелася велика кількість мурашок, хоча їх участь в експерименті не планувалася. Ймовірно, в даному випадку спрацював біологічний принцип: відсутність природних ворогів призводить до того, що спостерігається необмежене зростання популяції потенційних жертв. Варто згадати, як декілька кроликів, завезених до Австралії з Англії в середині XIX століття, за декілька років так розплодилися за відсутності ворогів, що стали національним лихом для всієї держави. Щось подібне трапилося і в «Біосфері-2», але в дещо меншому масштабі. Але була ще одна суттєва проблема. Виявилось, що ґрунт в біосфері містив надлишок поживних речовин, тобто був перенасичений азотом і фосфором. Внаслідок цього ґрунтова мікрофлора налічувала аномальне число бактерій, що споживали значну кількість кисню для своєї життєдіяльності. Цим і пояснювалася нестача кисню для учасників проекту. Незважаючи на численні труднощі, через 2 роки експеримент був завершений. 26 вересня 1993 еконавти вийшли на волю зі свого добровільного ув'язнення.

Хоча перший експеримент був проведений не так, як замислювалось, однак він відповів на багато наукових питань. Вчені змогли набути безцінного практичного досвіду в спостереженні за живими екосистемами в закритому середовищі. Після першого експерименту керівники проекту вирішили докорінно змінити умови проведення подальших спостережень. У наступному, 1994 році почався другий етап робіт в «Біосфері-2». Нова команда біосферян складалася з 5 чоловік. Організатори проекту кардинальним чином змінили програму. Тепер головна увага приділялась проведенню досліджень ученими-фахівцями. Вони могли знаходитися в «біосфері» різний час, що залежало від тривалості проведення експерименту або спостереження. Проте другий етап тривав недовго і був несподівано перерваний через погіршення умов в гігантській оранжереї. Відбулося це в жовтні 1994 р. Друга група біосферян була швидко евакуйована, а будівля була зачинена. Через півроку було ухвалено рішення знову відкрити

«Біосферу-2», зробити там капітальне прибирання і провітрити всі приміщення. Проте ці заходи мало допомогли. Проект був переданий Колумбійському університету. Нові керівники вирішили припинити експеримент і вивести зі споруди людей, оскільки було незрозуміло, як вирішити проблему харчування і збереження незмінного складу повітря. Але в середині 1996 року вчені почали новий експеримент, вже без участі людей. Вони повинні були з'ясувати:

• чи дійсно врожайність деяких сільськогосподарських культур підвищується зі збільшенням концентрації вуглекислого газу;

• яким чином утилізується надлишок вуглекислоти в екосистемі.

У цей період дослідники знову сткнулися з низкою проблем. По-перше, в оранжереях спостерігалося збільшення чисельності деяких видів мікроорганізмів, а також комах (особливо мурашок і тарганів). По-друге, в уранішні години на скляних дахах комплексу у великій кількості конденсувалася вода, і це приводило до того, що по усьому лабораторному полігону лив дощ. По-третє, організатори експерименту не врахували такого природного явища, як вітер. Без нього було неможливе розгойдування дерев, і як наслідок – дерева ставали крихкими і ламалися. В цілях безпеки в 1997 році проект «Біосфера-2» був закритий. Американці вклали в цей один із найдорожчих наукових проектів близько 200 мільйонів доларів, щоб відповісти на питання, чи зможе зменшена копія біосфери Землі існувати і функціонувати автономно.

На превеликий жаль, *всі експерименти закінчилися невдало*, і в результаті штучна біосфера стала непридатною для життя. Декілька років «Біосфера-2» простояла без жодного застосування. Власники ніяк не могли вирішити, що робити з комплексом будівель і землею, де вони розташовані. Продати за ту величезну суму, яка була вкладена в проект, було неможливо. Покупців просто не знайшлося. Рішення було знайдене на початку XXI століття. У 2001 році міністр енергетики США підписав з Колумбійським університетом угоду про використання споруд комплексу для потреб його міністерства. Це було підставою, щоб почати фінансування нових експериментів у «Біосфері-2». Основні дослідження були сфокусовані на вивченні відгуку різних екосистем у зв'язку з глобальною і локальною змінами клімату. 10 січня 2005 року компанія-власник унікального комплексу виставила лабораторію на продаж. «Біосфера-2» була продана компанії CDO Ranching & Development LP, яка придбала лот шляхом двох операцій. Вона заплатила 9 млн доларів за будівлі, зокрема біосферні куполи і студентське містечко і ще 40 млн доларів за землю навколо власності. У червні 2007 Університет штату Арізони почав керувати комплексом.

Сьогодні «Біосфера-2» – це унікальна туристична атракція. До її складу входять житловий корпус, де проводився експеримент з еконавтами:

спальні, кухня, лабораторія, центр управління й аграрна зона, де біосферяни вирощували овочі і тварин, щоб забезпечити своє живлення, оранжереї, де досі експонуються декілька біомов: океан, мангрові чагарники, савана, пустеля і вологий тропічний ліс. Туристам також показують складні інженерні підземні споруди, які забезпечують функціонування замкнутих екосистем біосфери. На особливу увагу заслуговують відвідини круглих півсфер – «легенів» «Біосфери-2», яка підтримує газовий склад атмосфери в будовах. Особливо приголомшує 20 тонна металева конструкція, яка неначе висить у просторі за рахунок різниці в тиску повітря. Цікаво відвідати виставку в цокольному поверсі, розташованому під «океаном». Через скляні вікна можна спостерігати життя коралового рифа, подивитися панорами різних глибоководних біоценозів і сфотографуватися на пам'ять з якою-небудь симпатичною морською твариною. У досить просторому морському музеї можна зробити екскурсію по уявному дну океану, де в натуральну величину представлені різноманітні морські біоценози з губками, коралами, морськими зірками.

Взагалі ж експеримент не вдався. Коли цей проект знаходився у стадії розробки, національна космічна комісія США вважала, що можна створити в недалекому майбутньому поселення на Місяці і на Марсі. Було підраховано, що буде потрібно не менше 3–4 років життя в умовах, які були приблизно відтворені в «Біосфері-2», щоб пройти шлях до далеких планет і повернутися назад. Як ми бачили, це завдання вирішити не вдалося через різні неполадки і прорахунки. Проте на базі «Біосфери-2» продовжується екологічна освіта студентів, які проводять різні натурні експерименти, пишуть наукові статті, захищають дипломи і дисертації. Головний висновок, який можна зробити, – *наша планета і її біосфера є унікальними явищами вселенського масштабу, відтворити які людина не в змозі.* Є надія, що зрозумівши це, людство почне вчитися у природи і, головне, будувати природокористування на толерантних по відношенню до неї принципах[34].

1.3.2. Концепція геосоціосистеми та урбоекосистеми

Чи є вони екосистемами? Напевне, найбільш яскравим проявом спроби поєднання в одній концепції експансивної людської діяльності з «консервативною» природою є зміст концепцій *геосоціосистеми та урбоекосистеми.* На думку відомого вітчизняного еколога М. А. Голубця, значні успіхи техногенної цивілізації у підкоренні природи, а також негативні наслідки цього підкорення підтвердили потребу не лише в пошуку способів запобігання можливим екологічним лихам, порятунку від локаль-

[34] Розділ підготовлено з використанням [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://shkolazhizni.ru/archive/0/n-41406/.

них і регіональних соціально-економічних криз, але й змін наукових парадигм у сферах природокористування, охорони природи та опису територіальних систем, в яких структурно й функціонально поєднані не лише екологічні, а й економічні та соціальні блоки. Власне, розроблена А. М. Голубцем концепція геосоціосистеми є типовим прикладом намагання поєднати непоєднуване, що потрібно оцінювати не як помилку, а, скоріше, як біду сучасної наукової методології. Якби таке поєднання було можливим, то, глобальна екологічна проблема вже давно б була вирішена.

На думку дослідника, людина є видом, який ворожий до біосфери, оскільки її поведінка й виробнича діяльність стосовно природних екосистем у контексті саморегуляції може бути витлумачена не інакше, як зовнішній збурювальний чинник, тому пошук «середовища» збалансованого природокористування на теренах екосистемної просторової організації некоректний. За А. М. Голубцем, це можливо на теренах *геосоціосистеми* – функціональної єдності людини і середовища її існування, причому середовища не лише природного, біотичного, а й економічного, духовного, морально-етичного, політичного тощо.

Зважаючи на структурну складність, багатокомпонентність геосоціосистемного середовища, дослідник вводить нову науку – *середовищезнавство,* яке повинно володіти методами вивчення всіх його компонентів (природних, соціальних, економічних ти інших), комплексного, системного і функціонального аналізу, моделювання і прогнозування його змін, обґрунтування управлінських рішень. Враховуючи те, що геосоціосистемне середовище є емерджентною (на думку М. А. Голубця) сукупністю його біотичних, економічних, суспільних, технічних, політичних та інших компонентів, середовищезнавство має користуватися методами досліджень суміжних галузей знань, передусім географії, екології, медицини, економіки, соціології, педагогіки, інформатики, кібернетики. Враховуючи, що вказаний автор є фундатором вітчизняної екосистемології, перед нами давня актуальна і складно формалізована проблема – *знаходження екосистеми Homo Sapiens.* Свідомо звертаючись до невдячної теми та наражаючись на критику з зарахуванням до «соціал-дарвіністів», «нео-екологів», «біологоцентристів», автори переконані: поки не будуть встановлені екосистемні відносини виду *Homo Sapiens,* гармонію у відносинах людини і природи, а тим більше, збалансованість у природокористуванні годі й шукати.

Невизначеність, протиріччя і значна контрастність теоретичних підходів до виділення «екосистеми людини» логічно замикається на проблемі урбанізації і міських поселень. Це зрозуміло, оскільки за традиційними уявленнями саме міста є тим осередком, в якому людський геній «зібрав» усе, що відрізняє його від природи – технології, нові позаприродні матеріали (бетон, полімери, метали, кераміка), культуру, мистецтво. А отже, саме міста і все, що в них робить людина, є тим прапором, яким розмаху-

ють прибічники створення штучних середовищ, позбавлених біотичної складової, і досягнення, таким чином, повної незалежності людини від природи.

Цікаво, що дуже частими є діаметрально протилежні вислови одного й того ж автора у погляді на можливість включення міст до рангу природних екосистем. З одного боку, кожен з дослідників визнає первинність природного начала у формуванні будь-яких природно-соціальних, соціоприродних та інших подібних синтетичних систем. З іншого боку, редукціонізм теоретичних підходів не дозволяє їм остаточно відмовитись від механічного поділу таких систем на «підсистеми», «блоки», «компоненти», «елементи» та інші більш дрібні одиниці, які штучно виводяться за межі природних механізмів, що лежать в основі формування абсолютно всіх земних систем.

Поняття міста також дуже суперечливе. Власне, підкреслюється не лише виокремлення у просторі дискретного суб'єкту «місто», але й вказується на причину такого виокремлення, тобто на особливі функції, що відрізняються від функцій інших (зокрема сільських) поселень. Природа урбанізації достатньо з'ясована: концентрація різноманітних видів діяльності досягає такого високого ступеня, що межі автономного міста стають для неї недостатніми і виникають складні системи поселень, які об'єднуються та зосереджують у собі мільйони і десятки мільйонів людей. За прогнозами відомого грецького архітектора К. Доксіадіса, поверхня земної кулі з часом стане територією «суцільного міста». Проте в середовищі сучасних вчених-урбаністів присутні й інші, більш екологічні погляди. Зокрема, В. Л. Райт, один із найвідоміших американських архитекторів-дезурбаністів, каже: «Подібно до того, як пухлина стає злоякісною, місто як смертоносне утворення стало загрозою для майбутнього людства. Наші великі міста, ці вампіри, повинні померти».

Урбанізація – це складний історичний, суспільно-економічний, демографічний та екологічний процес перетворення *ландшафтних екосистем* (природних лісових, лучних, степових, водних і штучних – сільськогосподарських) під впливом розростання міст на штучні або на *урбоекосистеми.* Вона супроводжується швидкою концентрацією населення, засобів виробництва, зв'язку і комунікації, глибокою деформацією структурних і функціональних властивостей природних екосистем (рослинного і тваринного світу, ґрунтів, атмосферного повітря, продуктивності й біотичного кругообігу тощо), поглинанням великої кількості речовин, енергії та інформації, потужним міжекосистемним речовинно-енергетичним та інформаційним обміном, високим ступенем забруднення довкілля та інше. На думку М. А. Голубця, урбанізацію також можна характеризувати як процес формування в межах плівки життя чи біосфери урбаністичних геосоціосистем.

У наукових працях щодо оцінки суті урбанізації, аналізу структурно-функціональної організації міських систем, особливостей їх взаємодії з навколишніми природними екосистемами домінують або біологізатор-

ські, або соціологізаторські підходи. У публікаціях урбаністів, соціологів, футурологів важко знайти необхідну інформацію про екологічну специфіку і вплив міст на навколишнє середовище. В екологічних працях міста поряд із наземними і водними, лісовими й аграрними екосистемами характеризуються як екологічні системи, а основними їх ознаками називають речовинно-енергетичний обмін, динаміку чисельності популяцій, перетворення ландшафту тощо.

Так, Ю. Одум (1986)[35] розглядає місто як неповночленну (бо немає розвиненого автотрофного блоку), або «гетеротрофну екосистему, яка одержує енергію, поживу, волокнисті матеріали, воду та інші речовини з великих площ, що знаходяться за її межами». Він прирівнює його до такої гетеротрофної системи, як устрична банка (скупчення устриць, інших двостулкових молюсків, крабів та інших видів), «яка цілковито залежить від надходження енергії, поживи з великої площі навколишнього середовища». Він навіть називає цю банку природним «містом», хоча додає, що від неї місто відрізняється: а) інтенсивнішим метаболізмом на одиницю площі, б) більшими потребами в надходженні речовин ззовні і в) потужнішими та їдкішими потоками відходів у вигляді синтетичних сполук, отруйних газів тощо. Для підтвердження цього наводяться такі показники:

- потреба квадратного метра міста в енергії становить близько 4000 ккал на добу, що в 70 разів перевищує потребу такої ж площі устричної банки;
- для того, щоб прогодувати місто з населенням в 1 млн мешканців, необхідно близько 0,8 млн га землі;
- щоб його напоїти і вимити – водозбір, який давав би 7,6 млрд літрів води;
- на одного мешканця припадає понад 80 млн ккал на рік, тоді як його річні фізіологічні потреби становлять лише 1 млн ккал.

Без потужного надходження поживи, пального, електроенергії і води механізми (автомобілі, фабрики та ін.) перестали б працювати. Люди швидко загинули б від голоду або покинули б місто (Голубець, 2000). Отже, робиться спроба ототожнення біотичного метаболізму в природних харчових ланцюгах з промисловими процесами переробки сировини, енергетичного режиму природних екосистем – з енергетичним забезпеченням технологічних процесів, транспорту, освітлення та ін., формування структури і чисельності природних популяцій тварин – зі складними соціальними, економічними й культурними змінами міського населення. В цьому порівнянні, на нашу думку, є одне слабке місце – *формування екотону*. Так, якщо в устричній банці він є природно існуючою частиною дна сві-

[35] Одум Ю. Экология / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.; Т. 2. – 376 С.– С. 89.

тового океану, то в місті – створений штучно на зручній щодо географічного положення території, на якій екологічні фактори (ті, що впливають на життєзабезпечення виду) відходять на другий план[36].

Але таке досить логічне порівняння «міської екосистеми» з природними на підставі однакових механізмів речовинно-енергетичного обміну викликає в екологів і соціологів численні закиди щодо методологічної помилковості. Як відзначає В. Є. Соколов (1986)[37], Ю. Одум встановлює відповідність між процесами в природі і суспільстві на рівні поверхневих аналогій, а також випускає з уваги, що основа соціальних відносин людей у будь-якому конкретному середовищі – це відносини в процесі праці, а не потоки капіталу, енергії та ін.

Ю. Одум, розглядаючи його екологічну функцію, називає місто «паразитом біосфери», «паразитом свого сільського оточення», але припускає, що воно могло б «знаходитись в симбіотичних відносинах із навколишньою місцевістю, оскільки виробляє і вивозить товар і послуги, гроші та культурні цінності, збагачує всім цим сільське оточення та отримує замість них також товари і послуги» (Одум, 1986). Класифікуючи екосистеми за енергетичними показниками, він зараховує міста до типу *«індустріально-міських екосистем, які приводяться в рух паливом (викопним, органічним чи ядерним)»* і вважає, що ними можна керувати як функціональними екосистемами.

Подібний закид щодо існування міської екосистеми на адресу Ю. Одума зустрічаємо і у М. А. Голубця: «Хоча Ю. Одум звертає увагу й на те, що урбанізація знаходиться в центрі уваги соціологічних досліджень і що погіршення якості міського середовища залежить від соціальних показників, він все ж стверджує, що місто як «вінець творіння людської цивілізації» досягне свого процвітання лише в тому випадку, якщо «буде функціонувати як інтегральна частина загальної екосистеми біосфери». Таким чином, він явно біологізує складні соціальні процеси, ігнорує визначальну в місті специфіку суспільної форми організації й підпорядковує її біотичній формі»[38].

Чому міста можна вважати екосистемами. Повертаючись до висновків, одержаних у попередніх розділах, треба зауважити, що єдине, що дозволить «відстежити» екосистему людини в біосфері – це *речовинно-енергетичні відносини*, які начебто «розмиваються» в географічному просторі через надзвичайну складність і багаторівневу структурованість. За рівнем просторового охоплення дійсно логічним було б виділення

[36] Так, відомо, що міста існують і в екстремальних природних умовах, які зовсім некомфортні для людей (Норильськ, Анкоридж та ін.).

[37] Соколов В. Е. Предисловие редактора перевода / В. Е. Соколов // Ю. Одум. Єкология / Ю. Одум. – М. : Мир, 1986. – С.5–7.

[38] Голубець М. А. Екосистемологія / М. А. Голубець. – Львів : Поллі, 2000. – С. 228.

урбоекосистеми як тієї, що є просторовим продовженням агроекосистем, але з докорінно зміненими механізмами речовинно-енергетичного обміну. І ці зміни стосуються передусім просторової прив'язки речовинно-енергетичних потоків. Саме *просторово-часова неузгодженість трофічних рівнів у штучно «створеній» людиною екосистемі вводить в оману класичних екологів.* Заперечувати цю тезу можна лише в тому випадку, коли вдасться раз і назавжди розділити природу живу і неживу. Оскільки головним аргументом проти виділення екосистеми міста є факт значного переважання штучно створених людиною речовини і енергії над тими, що виробляються в біосфері, то під гаслом неможливості існування міста-екосистеми можна легко спростувати теорію біосфери-ноосфери В. І. Вернадського, що було б зроблено вже давно, але чомусь не зроблено.

Невизначеність просторових меж екосистеми людини (як різновид екосистеми-міста) змушує сумніватись в її наявності (і протирічити собі) навіть авторитетних екологів. «Місто виникає і розвивається за суспільними законами розвитку і в жодному разі не може бути ототожнене з будь-якою гетеротрофною чи неповночленною екосистемою» (Одум, 1986). «Його функціонування не підпорядковується біотичним законам, а результати діяльності не вписуються в біотичний кругообіг (Камшилов, 1979)»[39] «Термін екосистема чи соціоекосистема не надається для означення міста. Екосистема – це жива (біотична) одиниця, в якій реалізується функціональна єдність рослин, тварин і мікроорганізмів та середовища їх існування, чи в яких відбувається постійний речовинно-енергетичний обмін між живими компонентами і між ними і природним середовищем (ґрунтом, атмосферою, водою – у водних екосистемах). Людину як особистість, члена суспільства, тим більше суспільну групу людей чи людство загалом нема підстав вважати структурним блоком екосистеми. Протягом тисячоліть діяльність людей була спрямована на те, аби вирватися за межі цього кругообігу. І це їм значною мірою вдалося: вони навчилися виробляти таку кількість невластивих природі синтетичних матеріалів, що їх розклад (мінералізацію) неспроможні забезпечити редуценти біосфери. Планета катастрофічно забруднюється, її поверхня вкривається численними некрозними плямами» (Голубець, 2000).

Насправді з цього кругообігу людина нікуди не поділась. Просто вона розширила межі своєї екологічної ніші за рахунок випередження в часі природних процесів (пастки для часу) і просторової трансформації свого екотопу (пастки для простору). Крім того, просторово-часова трансформація значно підвищила ступінь планетарної ентропії, чим пояснюється сучасний інформаційній та технологічний бум (пастки для інформації).

[39] Камшилов М. М. Эволюция биосферы / М. М. Камшилов. – 2-е изд . – М. : Наука, 1979.– 254 с.

Дуже цікавою щодо визначення суті міських екосистем є колективна робота російських географів «Город-экосистема». В ній як робоче визначення поняття екосистеми міста пропонується наступне: «*просторово-обмежена природно-техногенна система, складний комплекс взаємопов'язаних обміном речовини та енергії автономних живих організмів, абіотичних елементів, природних і техногенних, що утворюють міське середовище життя людини, яке відповідає її потребам: біологічним, психологічним, етнічним, трудовим, економічним, соціальним*». Складається вона із взаємопов'язаних і взаємопроникних підсистем (середовищ): квазіприродної (перетвореного географічного середовища), ландшафтно-архітектурної, соціально-економічної та суспільно-виробничої підсистеми. Зв'язок між ними настільки тісний, що практично жодне з них окремо не може виконувати свої функції і в той же час відсутність однієї з підсистем спонукає знищення екосистеми «Місто» в цілому. Екосистема «Місто» розвивається й змінюється, переважно в результаті управління антропогенними процесами, зміни соціально-економічних функцій, покладених на дане місто, і значно меншою мірою за рахунок саморозвитку[40]. Як бачимо, автори в своїх дефініціях також використовують редукціоністські побудови, оскільки намагаються розбити головний об'єкт на підсистеми та блоки.

Неможливість «вилучення» міста з біосфери визнається і М. А. Голубцем: «...не слід забувати..., що місто займає територію, певний об'єм біогеоценотичної оболонки чи біосфери. Між ним і навколишніми природними екосистемами відбувається потужний природний і штучний обмін матеріально-енергетичними ресурсами (органічними та мінеральними речовинами, водою, повітрям, промисловими відходами, пилом, газами тощо). Тому з упевненістю можна сказати, що місто мусить бути об'єктом не лише соціологічного, але й екологічного дослідження, і йому треба давати не лише соціологічну, але й екологічну оцінку»[41]. Проте М. А. Голубець тлумачить місто як складну соціальну систему, скомпоновану з багатьох взаємопов'язаних блоків (соціального, економічного, демографічного, технічного, політичного, природного та інших (рис. 16), наводячи наступні аргументи. Начебто природні екосистеми та біосфера розвивалися за біотичними законами й існували без людини мільярди років. Поява еволюційним шляхом у біосфері розумної істоти – *Homo Sapiens* започаткувала собою виникнення якісно нової, вищої від біотичної форми організації – суспільної, зі своїми законами існування. Таким чином, хоч людина, людське суспільство просторово знаходяться в межах тієї чи іншої екосистеми, вони не підпорядковані їй ні структурно, ні функціонально. Навпаки, вони своєю працею втягли територію екосистеми, її

[40] Город-экосистема / под ред. Д. А. Тимофеева – М.: Медиа-Пресс, 1997. – С. 33.
[41] Голубець М. А. Екосистемологія / М. А. Голубець – Львів : Поллі, 2000. – С. 230.

структурні блоки у сферу своєї виробничої діяльності, включили їх до складу нового типу систем – систем виробничих, соціальних, у тому числі міських. На думку М. А. Голубця, такі системи повинні мати адекватну назву, тобто таку, яка відображає їх структурну й функціональну суть. Для них пропонується термін *геосоціосистема* (Голубець, 1989, 1997а). Відповідно до цього місто має назву *міська геосоціосистема* (рис. 16).

Але вже далі, як те притаманне й іншим ученим, йдуть сумніви, зумовлені безперечною екологічною генезою міського середовища, а отже, і його сучасного «наповнення». «Слід, одначе, пам'ятати, що міста існують у межах біосфери, займають певний екологічний простір і мають у своєму складі незамінну природну (екологічну) компоненту. Вони виникли на місці природних лісових, лучних чи степових екосистем, які редукованими чи антропогенне перетвореними увійшли до складу міських геосоціосистем. Між містами й навколишніми природними екосистемами існує потужна природна і штучна міграція речовинно-енергетичних ресурсів: тварин і мікроорганізмів, органічних і мінеральних речовин, води, повітря, промислових відходів, пилу, газів тощо» (Голубець, 1994).

Наведені далі факти докорінного спотворення людиною природних екосистем в містах мають стати свідченням «неприродності» міського середовища. Ці дані свідчать про те, що за природничими ознаками міську територію неможливо не аналізувати під екосистемологічннм кутом зору. За цими ознаками місто (без соціального компонента) наближається до *штучних антропогенних екосистем такого типу, як рукотворний ставок, лісове насадження в степу, сільськогосподарський посів тощо.* Існування цього типу екосистем забезпечується за рахунок *постійного підтримувального і регуляторного впливу людини.*

У зв'язку з цим найдоречніше міську територію (міський об'єм біосфери) розглядати як екологічний блок (екологічну підсистему) міської геосоціосистеми, і називати її *урбоекосистемою (міською екосистемою),* маючи на увазі, що вона ніколи не існує самостійно, а завжди є структурою, підпорядкованою міській геосоціосистемі. *Урбоекосистема, таким чином, являє собою сукупність живих (крім людини) компонентів міста (рослинних, тваринних, мікробних), середовища їх існування та процесів, що відбуваються внаслідок їх взаємодії та взаємодії з іншими компонентами міської геосоціосистеми* (Голубець, 2000).

На нашу думку, штучне відокремлення урбоекосистеми від природних екосистем є методологічно помилковим і пояснюється саме розведеністю в часі («пастки для часу») стану початку формування урбоекосистем і сучасного їхнього стану. Такий підхід є редукціоністським і обов'язково призведе до відомого вже механістичного виділення «підсистем», «блоків», а також двомірних бар'єрних кордонів, що підтверджує М. Голубець: «Визначаючи урбоекосистему як підсистему міської геосоціосистеми, важливо встановити, де проходять

межі між ними. Функціональні і просторові межі між соціогенним і природним (урбоекосистема) блоками геосоціосистеми доречно проводити в тих місцях, в яких речовинно–енергетичні ресурси, вилучаючись із природного середовища, включаються в соціальний обмін – виробничу переробку, споживання тощо (наприклад, цей рубіж, де камінь, глина чи пісок потрапляють з кар'єру на транспортер і включаються в технологічний процес), або в яких продукти чи відходи виробництва, випадаючи із соціального обміну, потрапляють у природне середовище, накопичуються в ньому або захоплюються біотичним кругообігом (наприклад, те місце, де рідкі промислові відходи потрапляють в річку, а пил і гази – в атмосферу)».

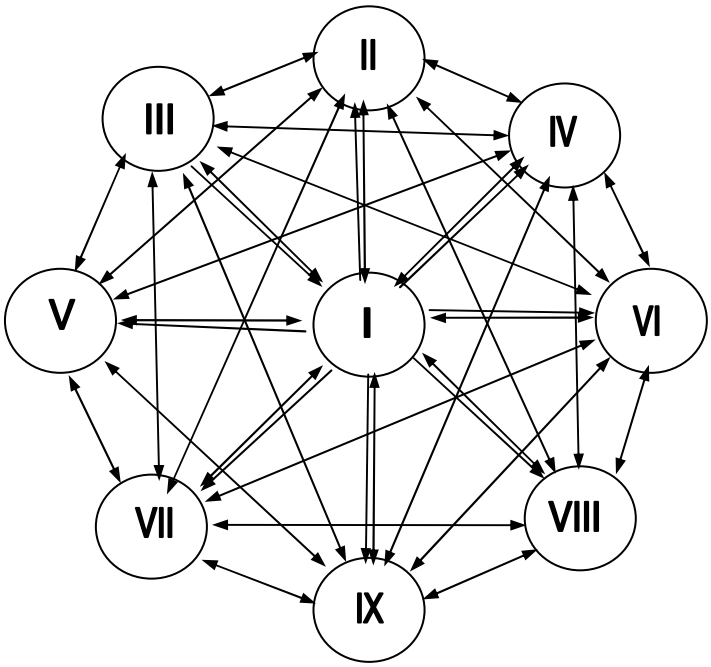


Рис. 16. **Структура геосоціосистеми (за М. А. Голубцем).**
Блоки: 1 – демографічний (населення людей; II – природний (біосферне, стратосферне, літосферне і космічне середовище); III – соціальний; IV – економічний; V – політичний; VI - освітньо-культурний; VII – науковий, технологічний; VIII – житлово-промисловий; IX – енергетичний

На відміну від наведеного вище редукціоністського визначення, автори під *урбоекосистемою розуміють природну екосистему, в якій протягом коеволюційного розвитку природи і суспільства виособились і посилились функції соціального забезпечення, пов'язані з виводом косної речовини поза організмовий рівень Homo Sapiens у вигляді споживацьких вартостей для користування всією популяцією. При цьому обов'язковою є цілеспрямована докорінна структурна видозміна екотопу. Екологічні ж функції, як-то участь у харчових ланцюгах екосистем, залишились на організмовому рівні у вигляді метаболізму, але забезпечуються не на рівні екотопу, а на рівні екологічної ніші, яка сьогодні охоплює всю біосферу планети.*

Біосферно-толерантна організація природокористування – реальність чи утопія? Сучасний стан розвитку урбоекосистем дійсно характеризується цілковитою залежністю від людини і може бути співзвучний з урбанізацією. Однак у функціях сучасних міст доцільним буде пошук екологічно лабільних функцій, або тих, які були розвинуті в них на початку формування.

Вивчаючи головні тренди розвитку урбанізації і пов'язаної з нею структурної видозміни природних екосистем, всі функції, що виконує місто, доцільніше розбити на дві великі онтологічно значимі групи: *соціальні та екологічні.*

Так, утопічні намагання[42] А. В. Чаянова позбавити великі міста їхнього *соціального змісту* лише сьогодні підлягають переосмисленню: «Коли влада опинилась назавжди в руках селян, було ухвалено рішення про знищення міст, які мають понад 20 000 жителів. Найскладніше це рішення було здійснити по відношенню до Москви, яка нараховувала понад 4 млн жителів. Але наснага інженерів і наполегливість ватажків дозволили виконати це завдання за 10 років. *Столиця була перетворена на велику зону хутірського розселення з селянських осель з ділянками землі 3–4 десятини.* Суцільне сільськогосподарське поселення на сотні верст навколо Москви переривалось квадратами громадських лісів, смугами кооперативних вигонів, парками. Міста в країні залишились як місця зібрань, святкування, тобто *як пункт, а не соціальна істота*. В Москві на 100 тис. жителів збудовано готелів на 4 млн.місць, в провінційних містах на 10 тис. жителів – готелів на 100 тис. і ці готелі майже порожні, оскільки кожний селянин, витративши годину чи півтори може бути в «своєму місті» і буває там доволі часто»[43]. Ну чим не біосферна просторова організація! Насправді ці думки видатний економіст-аграрник А. В.Чаянов втілив у всесвітньо-відомій праці «Крестьянское хазяйство», де чи не ключовим питанням було *питання розміру селянського господарства.* Випереджаючи час, А. В. Чаянов у своїх розрахунках підійшов до уявлення про первинний екотоп (3–4 десятини) однієї особини *Homo Sapiens*, а значна природна строкатість географічного простору (громадські ліси, смуги кооперативних вигонів, парки) *як раз і наближає природокористування до природних аналогів.*

Те, що такі думки були не хворобливою уявою мрійника-одинака підтверджують результати наступних наукових досліджень.

Ідея планової реконструкції сільськогосподарських ландшафтів пов'язана з іменами В. В. Докучаєва і А. І. Воєйкова. В даний час ці ідеї набувають особливого екологічного сенсу, оскільки є складовою частиною загальної стратегії охорони природи, що оточує людину. Відомий ґрунтознавець В. В. Докучаєв вважав, що разом із підтримкою високопродуктивних полів слід особливо піклуватися про збереження якомога різноманітніших заповідних і тих, що не піддаються посиленій антро-

[42] На нашу думку, вони є футурологічними.

А. В. Чаянов. Путешествие моего брата Алексея в страну крестьянской утопии. Цит. по: Е. Н. Перцик. Города мира. География мировой урбанизации / Е. Н. Перцик. – М. : Международные отношения, 1999. – С. 210.

погенній дії, ділянок різного масштабу з багатою видовою різноманітністю. Саме вони могли б бути екотопом видів і співтовариств, які відновлюються в сукцесійних рядах. Експлуатація цінних для людини природних систем не повинна перевищувати їх здатності до самовідновлення. Аграрний ландшафт має бути різноманітним, з лісовими смугами навколо полів, живоплотами і перелісками. Саме ці ідеї покладені в основу сільськогосподарського використання земель, в яке внесені природні пропорції розподілу степових та лісових ділянок, а також площ водойм. Такі пропорції було розраховано для різних природних зон і впроваджено майже по всій землеробськи освоєній території колишнього СРСР. Продовженням цих робіт є сьогоднішнє намагання «вписати» межі землекористування в ізолінії рельєфу в напрямку розвитку контурно-меліоративної та контурно-смугової системи землеробства (Булигін, 2003) (рис. 17). І таким чином посилити *екологічні функції, зокрема сільськогосподарського природокористування.*

В моделі поляризованого ландшафту відомий географ-теоретик Б. Б. Родоман відводить периферійні (по відношенню до міст) ділянки природного ландшафту для виконання екологічних функцій (за Б. Б. Родоманом, 1977).

При розробці екологічно толерантної моделі просторової організації суспільства географ-теоретик О. Г. Топчієв вважає обов'язковим елемент різноманітності в сполученні сільських, урбанізованих територій і так званих біосферних вікон, які також виконують екологічні функції. Однак саме різноманіття просторових компонентів наближує означену модель до різноманіття біосфери, що надає їй більшої стійкості, а отже, екологічності .

Екологічність, або соціальність функцій людських поселень випливає з аналізу едафічних екологічних одиниць просторової генези. Так, аналізуючи просторовий аспект формування агроекосистеми, можна дійти висновку, що ареал поширення однієї людини повинен охоплювати певну площу. Якщо ця площа з якихось причин зменшується (або в результаті народжуваності, або в результаті іммігрaції), відбувається формування урбоекосистеми як регулятора відношення «площа ареалу – кількість особин». Сучасна зона впливу (регулювання) великого міста може розповсюджуватись на значно більші відстані за рахунок виконання функцій світових міст, які в підсумку також зводяться до регулювання площинних співвідношень.

Землеробські громади неминуче повинні були прийти до ідеї міста як постійного укриття: хлібороби були міцно прив'язані до оброблюваної землі і захищати її їм доводилося, як самих себе. Найдавніші міста, виявлені археологами, побудовані за 12 тис. років до нашої ери: перші землеробські поселення з'явилися близько 9500 р. до н. е. (чисельністю до 150 чол. – Курдистан, Ірак); перше промислове селище (гончарів у Туреччині) датується 9000 р. до н. е. (площа близько 12,8 га); у період між 9500 – 8500 р. до н. е. характерне існування землеробських і мисливських

поселень; тваринницькі поселення зареєстровані з 7500 р. до н. е. укріплені городища торговельно-адміністративного характеру відомі приблизно з 12 000 р. до н. е. (наприклад, Урук у Месопотамії, чи Єрихон у 25 км від Єрусалима). Збільшення числа міст відбулося з розвитком іригації близько 7000 років тому.

Таким чином, місто з моменту зародження відповідало суспільним потребам людей і забезпечувало їх біологічні, психологічні, етнічні, трудові, матеріальні, соціальні та духовні потреби, забезпечувало населення безпеку і здоров'я, надавало ресурси. Чітка демаркація міської території надалі сприяла капіталізації міських земель, установленню ставок земельної ренти і ринку міської нерухомості.

Еволюція формування екологічної ніші людини. Відтак, міська територія – це ділянка суходолу, зайнята містом і пов'язаними з ним інженерними і транспортними спорудами, чи ділянка, яку люди свідомо обрали для свого життя, – це їхнє місцеперебування, чи екологічна ніша. Еволюція формування такої «екологічної ніші» має глибоке історичне коріння. Така еволюція описується якісною трансформацією терторіально-поселенської структури при переході від давніх часів до сучасного цивілізаційного стану. Центральним моментом у цьому процесі є формування міських центрів ранньодержавних об'єднань. Такі перші столиці стають осередками усього нового, що з'являється на цьому переломному в історії людства етапі, фокусуючи контрасти й суперечності нової доби.

У зонах з обмеженими харчовими ресурсами водоймищ, в умовах збільшення демографічного пресингу та виснаження довкілля люди від рибальсько-мисливсько-збиральницької діяльності за наявності сприятливих обставин відносно швидко переходять до ранньоземлеробсько-тваринницької системи, тоді як у багатих на такі ресурси районах господарство тривалий час може розвиватися на ґрунті спеціалізованого рибальства та морського полювання.

Упродовж певного періоду обидві лінії еволюції забезпечують приблизно рівні можливості для підвищення демографічного потенціалу (на основі регулярного здобуття надлишків харчових продуктів та осілого способу життя), для розвитку ефективніших форм суспільної самоінтеграції та накопичення й обігу культурної інформації. В обох випадках бачимо великі стаціонарні поселення, розвинуті родові відносини і культи, статево-вікову стратифікацію з першими елементами домінування в межах громад окремих родин[44].

Швидше за все, ранній неоліт (близько 10000 років тому) – це етап, на якому переважна більшість сформованих агроекосистем дали поштовх утворенню урбоекосистеми, які мали нові інформаційні якості. При цьому

[44] Павленко Ю. Історія світової цивілізації. Соціокультурний розвиток людства / Ю. Павленко. – К. : Либідь – 1996. – С .243.

механізм і логіка такого «виверження» зберігаються впродовж усіх історичних епох. Але пізніше (колонізація Америки, Австралії) підставою для відособлення міст стали принесені колонізаторами з Європи *просторові пропорції між територіями переважно автотрофними і гетеротрофними.*

Проте територіально-поселенська структура соціальних осередків перших цивілізацій, зрозуміло, не вичерпується ранньоміським столичним центром. Крім нього, існують невеликі містечка, сільські поселення, окремі фортеці, храмові комплекси, прив'язані до місцевих ресурсів виробничі осередки (рудні, каменоломні тощо). Все це визначає характер *окремої, відносно автономної екологічної системи*, в основі якої лежить *взаємодія соціального організму як цілісності з довкіллям,* яке зазнає перетворень з його боку.

З переходом до цивілізації, із зростанням енергетично-інформаційної потужності людство посилює тиск на природу. Оскільки цей тиск неоднаковий в різних осередках, то відбувається циклічний перерозподіл соціальних функцій в екосистемі людини залежно від пріоритетності на тому чи іншому історичному етапі територій окремих міст. В ідеальному випадку кінцевою метою розвитку урбоекосистем є досягнення ними функцій світових міст, здатних продукувати інформацію глобального значення.

Процес поляризації простору триває до сьогодні і відбувається в різних країнах в одному і тому напрямку – концентрація населення, інформаційних, фінансових ресурсів у головних (сьогодні – столичних, а завтра – у світових) містах. Так, наприклад, у Франції в 1881 р. з 94 департаментів континентальної частини країни у 69 щільність населення знаходилася в інтервалі від 41 до 80 осіб/км^2 (середня щільність у країні – 72 особи /км^2), у 21 – вище 80 осіб /км^2 і в 4 – нижче 40 осіб /км^2. За 100 років, до 1982 р., при загальному рості населення у Франції майже в 1,5 рази у 40 департаментах відбулося скорочення числа жителів. При середній густоті 100 осіб /км^2, у 12 департаментах густота населення виявилася нижче 40 осіб /км^2, у 20 ж вона перевищила 150 осіб /км^2.

Аналогічні процеси протікають в Україні та в Росії, де впродовж XX ст. відбулося абсолютне скорочення чисельності населення в більшості областей центрального і центрально-чорноземного районів при п'ятикратному зростанні в Москві та Московській області. Вивчення зрушень у розселенні Півдня Західного Сибіру показало, що тільки між 1959 і 1990 р. заселена територія скоротилася на 33 % чи на 160 тис. км [245]. В Україні територія усієї держави також наче поділена між головними урбаністичними осередками – Києвом, Харковом, Одесою, Дніпропетров-

[45] Важенин А. А. Иерархии центральных мест и закономерности в развитии систем расселения / А. А. Важенин // Известия А. Н. Серия географическая. – 2002. – №5. – С. 64–71.

ським, Донецьком, Львовом, – які відтягують на себе значну частину населення з сільської місцевості (Мезенцев, 2008).

У свій час В. С. Преображенский сформулював положення про *континуально-дискретну структуру* географічного простору. *Континуальність* – безперервність; *дискретність* – переривчастість. Та сама територія може бути континуальною для пішохода, дискретною для пасажира і мережною для автомобіліста, ізотропною для всюдихода й анізотропною для потяга. У світі йде боротьба між тенденціями, з одного боку, до перетворення простору на мережно-вузловий із пануванням могутніх вузлів і магістралей, а з іншого боку – до збереження (чи відновлення, регенерації) його безперервності і рівнопроникливості. Саме ці тенденції найбільшою мірою висвітлюють боротьбу між екологічними та соціальними функціями сучасних міст.

Агроекосистеми та урбоекосистеми – дві окремі, але спадкоємні гілки цивілізаційного (ноосферного) розвитку. Друга поступово виходить з першої при досягненні певного рівня речовинно-енергоінформаційного ущільнення геопростору. Формою такого ущільнення в агроекосистемах є поява (та подальша реалізація)[46] надлишкового продукту (що транспортується далеко за їх межі) за рахунок або унікальної природної родючості ґрунтів, або застосування зрошення та меліорації (Ніл, Межиріччя) (на сучасному етапі – застосування селекції та мінеральних добрив), або потрапляння агроекосистем в зону впливу якогось міста (тоді обов'язково похідним є організація фуражної ріллі), або формування приміської зони, що передбачає ущільнення геопростору завдяки інтенсифікації передусім сільськогосподарського використання земель: головна передумова – зменшення відстані, а отже, ущільненість.

Головна екологічна відзнака урбоекосистем – концентрація в них галузей, які поглиблюють подальшу експансію людини на природні екосистеми. Але якщо раніше це були такі «монстри» ресурсоспоживання, як енергетика, металургія, хімічна промисловість, то сьогодні це ті галузі, які виробляють інформацію (раніше – різні послуги та паперову інформацію; зараз – віртуальну). Намагання більшості істориків і філософів шукати у великих містах і урбанізації свідчення цивілізаційної єдності людства – безпідставне і методологічно помилкове. Світові міста сьогодні лише поглиблюють розбіжності між цивілізованими і традиційними суспільствами, розподіляючи ресурсний потенціал географічного простору на свою користь (в тому числі і за допомогою сучасних інформаційних технологій).

1.3.3. Концепція коеволюції природи і суспільства

[46] Тут треба обов'язково розрізняти поняття самозабезпеченості агроекосистем (натуральне господарство) і їх експортної товарності (початок «розповзання» природних та економічних кордонів).

Зародження концепції коеволюції. *Коеволюція* – спільна еволюція біологічних видів, що співіснують в екосистемі. Виникнувши в біології, поняття «коеволюція» поступово набуває статусу загальнонаукової категорії. У філософській літературі застосовується, головним чином, в двох основних сенсах. *У широкому* сенсі цим терміном позначається сукупна, взаємно адаптивна мінливість частин у межах будь-яких біосистем (від молекулярного і клітинного аж до рівня біосфери в цілому). Прикладом таких стосунків служать, наприклад, взаємні зміни видів-партнерів в екосистемах «паразит – господар», «хижак – жертва». Результатом такої коадаптивної мінливості може бути як збереження біосистеми в уже досягнутому оптимальному стані, так і її вдосконалення. У природі коеволюційне становлення і збереження біосистем здійснюється як об'єктивний процес в межах природного відбору, який зі всіх можливих трансформацій тих або інших компонентів системи залишає лише взаємосумісні.

У вузькому сенсі поняття коеволюція використовується для позначення процесу сумісного розвитку біосфери і людського суспільства. Концепція коеволюції природи і суспільства повинна визначити оптимальне співвідношення інтересів людства і решти всієї біосфери, уникнувши при цьому двох крайнощів: прагнення до повного панування людини над природою («Ми не можемо чекати милості від природи...» – І. Мічурін) і скорення їй («Назад, у природу!» – Руссо). Згідно з принципом коеволюції, людство, для того щоб забезпечити своє майбутнє, повинно не тільки змінювати біосферу, пристосовуючи її до своїх потреб, але і змінюватися само, пристосовуючись до об'єктивних вимог природи[47].

Вперше з концепцією коеволюції природи і суспільства виступив в 1968 р. Н. В. Тімофєєв-Ресовський. Відтоді тема коеволюції стає ключовою у визначенні подальшої долі людства. Ідея коеволюції використовується у всіх роботах, що досліджують проблему «суспільство – при-

[47] «Ми так радикально змінили наше середовище, – стверджував Н. Вінер, – що тепер для того, щоб існувати в ньому, ми повинні змінити себе». Саме коеволюційний перехід системи «людина – біосфера» до стану динамічно стійкої цілісності, симбіозу і означатиме реальне перетворення біосфери на ноосферу. Для забезпечення цього процесу людство повинно дотримуватися, перш за все, екологічного й етичного імперативів. Першу вимогу позначає сукупність заборон на ті види людської діяльності (особливо виробничої), які здатні викликати необоротні зміни в біосфері, що несумісні з самим існуванням людства. За Я. Тінбергеном, «наукове розуміння нашої поведінки, що веде до її контролю, – можливо, найбільш суттєве завдання, що постає сьогодні перед людством. У нашій поведінці є такі сили, які починають створювати небезпеку для виживання виду і... для всього життя на Землі». Другий імператив вимагає зміни світогляду людей, його повернення до загальнолюдських цінностей (наприклад, відчуття пошани до будь-якого життя), до уміння ставити понад усе не приватні, а загальні інтереси, до переоцінки традиційних споживчих ідеалів і так далі. На жаль, свідомість людей дуже консервативна і повільно відмовляється від стереотипних уявлень про відношення людини до природи.

рода», а також при створенні кібернетичних моделей розвитку біосфери. При обговоренні синтетичного характеру досліджень коеволюції доходять висновку, що тут необхідні спільні зусилля природознавців і всіх гуманітаріїв – аж до поетів. Поза таким синтезом не можна зрозуміти людину у всьому драматизмі її стосунків з рештою природи, а без цього розуміння неможливо створити реально функціонуючу стратегію взаємодії природи і суспільства (М. М. Моїсеєв).

Концепція коеволюції базується на принципах, згідно з якими людство, змінюючи біосферу в цілях пристосування її до своїх потреб, повинне змінюватися і само з урахуванням об'єктивних вимог природи. Розробка ідей коеволюції вимагає чіткого формулювання системи екологічних імперативів, здатних понизити небезпеку загрози знищення природних ландшафтів, різноманітних живих організмів, самої людини і всього життя на планеті. На початку XX ст. А. Швейцер сформулював базовий принцип культури – *принцип благоговіння перед життям*, що вимагає етичного вдосконалення як індивідуума, так і суспільства. Розвиваючи ідеї А. Швейцера, говорять про нову стадію розвитку біосфери Землі, так звану *етосферу* як вищу по відношенню до ноосфери. *Етосфера – це область буття, заснованого на принципах етичного відношення до природи, до всього живого на планеті*. Її носієм має стати *етично розумна людина*, що діє не тільки в своїх інтересах, але і на користь життя на Землі[48].

Науковий зміст коеволюції суспільства і природи. Коеволюція припускає невисоку швидкість зміни параметрів біосфери під впливом антропогенних чинників, що робить реальною адаптацію людини до зовнішніх умов, що змінюються, які повинні мати адаптаційний характер цілеспрямованої зміни параметрів біосфери. Можливості людини порівняно з потужністю біосфери поки що малі, але вона своєю діяльністю може порушити рівновагу, в результаті якої біосфера перейде в такий стан, де місця людині вже немає. Біосфера є надзвичайно складною нелінійною системою, стан рівноваги якої залежить від багатьох параметрів. І кожен з цих параметрів може припускати критичні значення, перехід через які означатиме початок необоротного процесу перебудови біосфери. А це призведе до абсолютно нового її стану, який на сьогодні невідомий.

Біосфера Землі неодноразово переживала схожі критичні стани. Підтвердженням є катастрофічні зміни флори і фауни. І дуже важливо зрозуміти, що катастрофічні «перебудови» біосфери можуть відбутися внаслідок не грандіозних явищ космічного

[48] Власне, мета стратегії сталого розвитку – забезпечити виживання людства шляхом подолання соціально-екологічної нестабільності та конфліктності, досягаючи збалансованого соціоприродного розвитку. Її реалізація полягає в узгодженні завдань соціально-економічного розвитку, збереження навколишнього середовища і природних ресурсів для задоволення потреб сучасних і майбутніх поколінь.

масштабу, а незначної зміни того або іншого параметра біосфери. Біосфера включає безліч позитивних і негативних зворотних зв'язків. Перші відповідають за розвиток системи, її ускладнення, другі – за її стабільність (гомеостаз). Особливої уваги заслуговують питання стабільності біосфери, її здатності реагувати на зовнішні збурення антропогенного характеру і підтримувати стан гомеостазу.

Внаслідок викладеного вище і виникла проблема коеволюції природи і суспільства. Зміст поняття «коеволюція» пов'язаний з теорією ноосфери, що вивчає умови, за яких зміна характеристик біосфери відбувається в напрямі, що сприяє зміцненню, розширенню області гомеостазу виду *Homo sapiens*. Подібна інтерпретація терміна «коеволюція» може стати відправним пунктом у вивченні проблеми цілей суспільної життєдіяльності, оскільки вона вимагає понад усе вивчення впливу антропогенних чинників на параметри біосфери. Перелік і характер цілей повинні ґрунтуватися на знанні критичних параметрів біосфери, неврахування яких може призвести до необоротних процесів. Необхідно знати, наприклад, припустимі межі збільшення вуглекислого газу в атмосфері[49]. Важливо оцінити взагалі допустимий об'єм виробництва людиною енергії, який не може бути нескінченно великим, бо вся енергія, згідно з законам термодинаміки, кінець кінцем розсіюється, зокрема йде на нагрівання атмосфери. Сьогодні виробництво енергії відносно невелике, воно складає лише десяті долі відсотка тієї сонячної енергії, яка надходить на Землю. Проте кількість штучно виробленої енергії подвоюється кожні 15–20 років. Якщо вдасться використовувати енергію термоядерного синтезу, то цей процес піде значно швидше. Через декілька десятків років він може привести до того, що об'єм антропогенної енергії досягне відсотка (або декількох відсотків) енергії сонячної радіації. А це означатиме підвищення середньої температури атмосфери, що може стати початком якнайглибшої перебудови всієї атмосфери.

Людина ще довго витрачатиме земні ресурси і перебудовуватиме біосферу. Але вся ця діяльність не повинна порушувати умов коеволюції, не повинна виводити біосферу на той режим необоротних змін, який може загрожувати людині зникненням її як виду. Сучасне суспільство здатне

[49] В результаті викидів вуглекислоти в атмосферу збільшується середня температура, змінюється характер циркуляції атмосфери, починається танення льодовиків і так далі. Зв'язок цих явищ з їх першопричиною – видобутком і спалюванням вуглецевого палива – досить опосередкований. Крім того, на енергетику біосфери чинять вплив процеси біотичної природи, що відбуваються як на суші, так і в океані. Тому оцінити допустимі межі розвитку вуглеводневої енергетики можна лише в результаті комплексного системного дослідження динаміки біосфери. Як альтернатива розвитку вуглеводневої енергетики зазвичай розглядають ядерну енергетику. Не можна забувати про те, що вона здатна чинити безпосередній вплив і на людину. Збільшення виробництва радіоактивного вуглецю може мати серйозні генетичні наслідки.

сприйняти ідеї співіснування людини і біосфери та мирне співіснування людей. Сучасний період історії людства і планети в цілому в багатьох наукових працях характеризується як перехід до того нового стану біосфери, який В. І. Вернадський назвав ноосферою. Для нього характерне різке прискорення всіх еволюційних процесів. При цьому виникнення техносфери як невід'ємної частини ноосфери і зростання антропогенних навантажень не змінюють методологічних принципів, які лежать в основі будь-якої еволюційної теорії. Тому як і раніше повинні вироблятися певні принципи відбору, за допомогою яких можна буде оцінити вірогідність тих або інших тенденцій. Але тепер мова йде про відбір варіантів розвитку людства, які визначаються діями людей. Всі розглянуті питання вимагають об'єднання зусиль фахівців різного профілю, глибокого наукового синтезу природничих, технічних і суспільних наук.

Ідеї коеволюції природи і суспільства академіка М. М. Моїсеєва. До останнього часу процес перевлаштування планетарної екологічної ніші людини був більше пов'язаний з її свідомістю, з досягненнями науки, виробництвом нових товарів, різким підвищенням середнього рівня життя людей, зростанням довголіття і таке інше. Сьогодні людство стикається з необхідністю практичного вирішення проблеми ресурсів, формування і розподілу обов'язків та відповідальності окремих народів і цивілізацій за долю людства як єдиного цілого, як виду. В результаті людської діяльності порушилася рівновага природних циклів, і відновити їх тими методами, якими сьогодні володіє людство, неможливо.

У людства для відновлення рівноваги є дві можливості: або *перейти до повної автотрофності*, тобто поселити людину в якійсь техносфері (що неможливо, як було доведено в попередньому розділі), або *зменшити антропогенне навантаження* на біосферу приблизно в 10 разів. На думку М. М. Моїсеєва, жодна з цих альтернатив не може бути реалізованою ні сьогодні, ні найближчим часом[50]. До проблеми автотрофності в тому сенсі, як її розумів Ціолковський, тобто незалежності людини від біосфери, М. М. Моїсеєв відносився скептично. Насправді людина – це результат еволюції біосфери, її розвитку. Біосфера без людини існувала й існуватиме, але людство існувати поза біосферою навряд чи будь-коли

[50] Про проблему автотрофності говорили багато: і Вернадський, і Ціолковський, і деякі інші дослідники, які розмірковували про її можливий зміст. При цьому Вернадський досліджував структури можливих штучних геохімічних циклів, тобто зміну природного кругообігу речовин. Ці питання важливі і незалежно від проблеми автотрофності, оскільки так чи інакше, але людство самим фактом активної діяльності вже втручається в природу. Безумовно, вивчення штучних біогеохімічних циклів і створення спеціальної дисципліни – своєрідної загальнопланетарної технології – дуже важливо для майбутнього: штучний кругообіг речовин вже існує і відіграватиме дедалі вагомішу роль у долі планети і житті людства.

зможе. І всі розмови про автотрофність людства, про можливість існування біологічного виду *Homo sapiens* поза середовищем, що його породило, уявляються абсолютно утопічними і такими, що належать до області фантастики, а не наукового аналізу.

Це, однак, зовсім не означає, що людству не слід втручатися у структуру процесів, що протікають в біосфері, і змінювати їх, у тому числі й у кругообіг речовин у природі, пристосовувавши все це до своїх потреб. Але одночасно людині необхідно змінювати і саму себе, тобто змінювати власні потреби, без чого досягнення необхідної рівноваги неможливе. Інакше кажучи, доцільно діяти з обох боків, для того щоб забезпечити стан коеволюції людини і біосфери, в межах якої тільки і є можливим подальше існування людства.

Забезпечення природної рівноваги, тобто включення людини в природні цикли біосфери, також не є реалістичним. Для цього антропогенне навантаження на біосферу має бути зменшене приблизно в 10 разів, а це означає, що при нинішній технології або кількість людей, які живуть на планеті, повинна зменшитися в 10 разів, або в стільки ж раз повинні скоротитися потреби окремої людини.

Більш-менш прийнятний шлях виходу з екологічної кризи, бачиться у формі деякої *тривалої перехідної програми зміни суспільства і навколишнього середовища*, яке повинне спиратися як на програму технічного переозброєння суспільства (подальшого розвитку технологій, можливо, переважно біотехнології), так і на безліч соціальних програм – утворення і перевлаштування суспільства, його потреб, менталітету і вироблення деякого етичного імперативу. За Н. Н. Моїсеєвим, необхідна деяка стратегія людства, яка означає пошук якісно іншого шляху розвитку цивілізації, здатного зрештою забезпечити стан коеволюції природи і суспільства.

Отже, пов'язувати майбутнє людства з розвитком того напряму, якого воно дотримувалося після неолітичної революції і особливо останнім часом, украй небезпечно. Тому, поки не пізно, необхідно вкласти в поняття сталий розвиток (*sustainable development*) інший сенс, відмінний від того, що пропонують політики й економісти. Насправді необхідно говорити не про сталий розвиток, а про стратегію людства, його сукупні дії, здатні забезпечити коеволюцію людини і навколишнього середовища. Розробка такої стратегії є найфундаментальнішою проблемою науки за всю історію людства. Вся історія людських знань, нашої загальної культури – лише підготовчий етап для вирішення цього завдання, від успіху вирішення якого залежить і сам факт збереження в біосфері нашого виду.

Отже, питання про коеволюцію природи і людства залишається відкритим. Людству в особі розвинених країн досі не вдається відмовитися від свого егоїстичного споживання, яке виступає необхідною стороною ринкової економіки. Воно ще тільки на початку узгодження

своєї поведінки (норм і звичаїв) з розвитком біосфери, а отже, біосфера ще довго не перейде в стан ноосфери.

Академік М. М. Моїсеєв вважає, що на відміну від XIX ст., яке було століттям пари, на відміну від XX ст. – віку електрики й атомної енергії XXI століття буде століттям гуманітарних знань, бо наука про забезпечення коеволюції і є та комплексна дисципліна, яка повинна дати людям знання про те, що необхідно для продовження існування людства на Землі і подальшого розвитку його цивілізації.

Суперечливість концепції коеволюції. Спочатку термін «коеволюція» знадобився для позначення взаємного пристосування біологічних видів. Потім він вдало відобразив ширше коло явищ – співрозвиток взаємодіючих елементів єдиної системи, що природно розвивається (якщо розвиваються її частини) і зберігає при цьому свою цілісність так довго, скільки необхідно для постановки питання про коеволюцію в ній. Коеволюціонуючі елементи, як правило, самі є системами і саме за цією ознакою розглядаються при вивченні їх співрозвитку. Ще в «Основах екології» Ю. Одум виділив 9 типів взаємодії популяцій, і всі 9 можуть розглядатися як різновиди коеволюції. Найбільш цікаві, «невироджені» типи коеволюції припускають своєрідне зближення двох взаємопов'язаних еволюціонуючих систем, але не рух до одного, загального образу (конвергенція), а взаємну адаптацію, коли зміна, подія в одній з систем ініціює таку зміну в іншій, яка не приводить до небажаних або тим більше неприйнятних для першої системи наслідків. Для таких випадків обов'язкова якась (відносна) симетрія, рівнозначність коеволюціонучих систем.

Такий постулат, як: «Людство – частина біосфери», – підкреслює принципову асиметрію відношення «людина – біосфера» і змушує засумніватися в правомірності самої постановки питання про коеволюцію біосфери і людини. В еволюції біосфери провідна роль належить біоті. Еволюція біоти реалізується через процес видоутворення, причому зникнення будь-якого виду з арени життя або поява нового виду практично завжди спричиняють хвилю видових змін в екосистемах, з якими співвідноситься даний вид (у його екологічній ніші). За палеонтологічними даними, середня тривалість існування виду складає близько 3 млн років. Згідно з сучасним уявленням, для природного утворення нового біологічного виду потрібний період того ж порядку тривалості. При аналізі проблеми коеволюції основний інтерес являють собою впливи людини на біосферу, перш за все внаслідок науково-технічного прогресу, техноеволюції, яка реалізується через інноваційний процес. Проте швидкість техноеволюції на відміну від біоеволюції безперервно зростає. В кінці XX століття тривалість інноваційного циклу в передових галузях скоротилась вже до 10 років.

Чи може біосфера реагувати на інновації в людському господарстві утворенням нового біологічного виду, пристосованого до наслідків цих інновацій? Очевидно, не може. Чи бажані для людини такі (гіпотетичні) реакції біосфери на антропогенні дії? Вочевидь, так[51]. Таким чином, якщо розглядати розвиток біосфери перш за все як еволюцію її біотичної підсистеми (біоти), то розрив у швидкостях біоеволюції і техноеволюції обумовлює беззмістовність і внутрішню суперечність постановки питання про коеволюцію біосфери і людини.

Вся діяльність людини після того, як вона оволоділа вогнем, перейшла від збирання і полювання до землеробства і скотарства, для біосфери – збурення. Реакція будь-якої системи на збурення залежить від його величини, від того, нижче воно чи вище від допустимого порогу дії на систему. У першому випадку за допомогою властивих їй компенсаційних механізмів система пригнічує негативні наслідки, а зазвичай і саме джерело збурення, але в другому – вона починає руйнуватися, деградувати. Проте при цьому до певного моменту система може зберігати здатність до самовідновлення, а потім розвиваються необоротні процеси, які знищують або принципово змінюють систему, – вона перероджується, переходить в іншу якість. Ці системно-кібернетичні положення, а також вживані разом з ними принцип гомеостазу і принцип Ле-Шательє широко відомі й часто застосвуються в найрізноманітніших галузях науки і техніки.

Згідно з теорією біотичної регуляції, з моменту свого виникнення біота не тільки адаптувалася до навколишнього середовища, але і чинила на нього потужний формуючий вплив, що зростав у міру розвитку біоти. В результаті утворилася високоорганізована система – біосфера, в якій за допомогою належного підстроювання потоків біогенів (речовин, що беруть участь у функціонуванні біоти), забезпечується безпрецедентно висока точність регулювання всіх параметрів, істотних для біоти (фізичних і хімічних характеристик клімату, атмосфери, ґрунту, поверхневих вод суші і Світового океану), в широких межах варіації збурень. Аж до середини XIX століття збурення біосфери, які чинила людина, відповідали їх допустимим межам. Структурні співвідношення в біоті зберігалися в межах, визначених законами стійкості біосфери, а втрати біорізноманітності були незначні. Але близько сторіччя тому людство небаченими темпами розширило своє господарство, збільшило свою чисельність, перейшло поріг допустимої дії на біосферу, зумовило деформацію структурних співвідношень в біоті. Ці явища і процеси безперервно наростають, біосфера перейшла в перманентно збурений стан. Настала епоха глобальної еколо-

[51] Кому не сподобалася б поява, наприклад, бактерій, які розкладають поліетилен і швидко перетворюють купу порожніх алюмінієвих банок на боксити або нефеліни, стійко протидіючи закисленню ґрунту, і так далі і т. п.?

гічної кризи[52]. Очевидно, відсутні підстави називати нинішній тип взаємодії цивілізації і біосфери коеволюцією. Щодо цього існує дві основні точки зору. Перша – *техніцистська.* Її прихильники сподіваються на науково-технічний прогрес як ключ до вирішення глобальної екологічної проблеми. Але від техніки в цьому випадку можна чекати тільки одного: часткової або повної заміни біоти в регулюванні навколишнього середовища, що неможливо (див. попередній розділ). Отже, необхідно порівняти можливості біоти з реальними і потенційними можливостями техніки. В. Г. Горшков провів таке порівняння і дійшов висновку, що інформаційний потік, що переробляється біотою при здійсненні нею функції регуляції навколишнього середовища, на 15 порядків перевершує потенційні технічні можливості цивілізації. *Навіть якщо б людство справилося зі всіма науково-технічними проблемами і сконструювало відповідну систему (по суті – техносферу у варіанті, при якому вона замінює біосферу), то вона зажадала б 99 % трудових і енергетичних витрат цивілізації. Отже, якщо навіть припустити можливість сконструювання такої штучної технобіосфери то не бачимо нічого схожого на коеволюцію людини і біосфери.*

Прихильники іншої точки зору виходять з неможливості та недоцільності передачі регулятивних функцій біоти технічним системам і бачать єдиний спосіб вирішення глобальної екологічної проблеми в *скороченні антропогенної дії на біосферу* до рівня, при якому вона повернеться в незбурений стан і зможе стійко залишатися в ньому, оскільки регулюючі здібності біоти будуть достатні для його підтримки (цей граничний рівень називається господарською ємністю біосфери). Виконання даної умови і *є критерієм сталого розвитку.* Природно, що перехід до сталого розвитку вимагатиме радикальних змін в людській цивілізації, у всіх сферах життєдіяльності людей.

1.3.4. Концепція природних каркасів екологічної безпеки територій

Екологічнй каркас території: зміст поняття, функції. Площа міст на нашій планеті вже сягнула 1 % площі суходолу. А якщо врахувати площу високоурбанізованих територій у сучасному світі (міських агломерацій, конурбацій, мегаполісів), то ця величина вже перевищила 3 %[53]. Враховуючи, що територія континентального суходолу майже повністю

[52] Це скорочення біорізноманітності, збезлісення, спустелювання, погіршення якості поверхневих вод суходолу, зникнення цілих екосистем, зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері, виснаження озонового шару й ін.

[53] Електронний ресурс. – Режим доступу : http://re-actor.net/facts/6017-interesting-facts-about-cities-and-towns.html

освоєна в господарському відношенні (за різними оцінками від 85 % до 95 %), стає зрозумілим, що переважна частина суходолу припадає на сільську місцевість, де формуються агроландшафти. Саме тому автори і приділяють таку велику увагу природокористуванню в агросфері, яке за розміром території перебирає на себе головний прес впливу людини на природні ландшафти.

Будь-яке природокористування організовується і проходить не в якомусь віртуальному просторі, а на досить реальній території, на якій вже збудовані мости і дороги, міста і села, підприємства і гідротехнічні споруди. У сучасних концепціях природокористування цей беззаперечний факт враховується дуже рідко, що стає причиною появи таких підходів, у яких ключовим словом є «заборонити». Власне і законодавство і реальні шляхи охорони природи в межах сучасної екологічної мережі (каркасу), яка складається з окремих об'єктів природно-заповідного фонду, спрямовані на різноманітні обмеження – як функціональні, так і просторові. Враховуючи тривалість господарського освоєння планети і неготовність сучасної людини одразу відмовитись від усіх благ цивілізації, вважаємо, що *пошук гармонізації (збалансованості, узгодженості, конструктивізму та ін.) природокористування на базі вже існуючих антропогенних ландшафтів є найважливішим питанням усього природокористування*. Власне, концепція екологічних каркасів території якраз і спрямована на збалансування природокористування в межах існуючої просторової організації суспільства. Цей напрямок відносно новий, але його витоки сягають XIX століття, коли географи почали розробляти перші оптимізаційні моделі організації простору. Теоретичні розвідки сучасної доби пов'язані з іменами У. Ізарда, Т. Хагерстранда, Б. Б. Родомана, О. Г. Топчієва.

Взагалі ж, головною методологічною проблемою у таких пошуках було і залишається *питання кордонів між природними і техногенними елементами антропогенних ландшафтів*. Які вони мають бути – *бар'єрні, контактні чи перехідні (екотонічні)*? Сучасні світові стратегії формування екологічних мереж як раз більше спрямовані на створення бар'єрних кордонів між антропогенними елементами (містами, дорогами, підприємствами та ін.) і осередками слабопорушеної природи (заповідниками, заказниками та ін.). Власне, зміст термінів «заповідник», «заповідати» співзвучний зі словами «заборонити», «відгородити», тобто *зачинити у вольєр*. Напевне, це є ключовим словосполученням у характеристиці сучасних підходів до природокористування. При цьому можливі лише два варіанти, коли у вольєрі або природа (об'єкти екологічної мережі), або людина (наприклад, проект «Біосфера-2»). Як ми знаємо, ні у справі охорони природи, ні у справі виживання у штучній біосфері людство успіхів не досягло:

- завдяки людській «природоохоронній діяльності» щогодини з природи назавжди зникають 3 види[54];

- проект «Біосфера-2» довелось передчасно припинити через небезпеку загибелі волонтерів, яким ця штучна біосфера не змогла забезпечити безпечні умови життєдіяльності.

За визначенням нашого виду *Homo Sapiens,* людина є *розумною істотою*. На нашу думку, вона повинна достатньою мірою бути розумною, щоб не відмежовувати себе від природи межами воль'єрів. На відміну від сучасних загальноприйнятих підходів, в *основі авторської концепції – уявлення про перехідний (екотонічний) характер кордонів між природою і людиною.* Можливість створення і впровадження саме такої моделі природокористування буде розглянута у II частині навчального посібника.

Разом зі схемою антропогенно-техногенних навантажень *екологічний каркас* являє собою дві головні складові геопланування регіону. Поняття екологічного каркасу є відносно новим. Поняття екологічного каркасу витікає з поняття ландшафтного екологічного каркасу (ЛЕК), а може і включати його як окрему складову.

Концепція екологічного каркасу започаткована лише в 1990-х роках у контексті сучасних екологічних досліджень та розробки екологічних мереж і є стрижневим питанням політики з екологічної організації території, прийнятої в наш час різними країнами. Така просторова система у світі має різні назви: Національна екологічна мережа (Нідерланди), Національний траст (Великобританія), мережа Розвитку природи (Франція), екологічний каркас (Росія). В зарубіжній ландшафтній екології у 1980–1990 роках починає використовуватись близьке за змістом поняття «природно-екологічний каркас» і «природно-екологічна інфраструктура», поняття «екологічної сітки» (*ecological nets або network),* яке застосовують для єдиної системи природних об'єктів, що підлягають особливій охороні. Деякі вчені об'єднують поняття природного, природно- та ландшафтно-екологічного каркасів територій. За таких умов ці каркаси можна визначити як систему найбільш значущих в екологічному плані природних елементів ландшафтних морфоструктур, що регулюють функціонування, збалансованість, стійкість, геосистемну диференціацію та екологічний стан території регіонів (Шашеро, 2013).

Незважаючи на задекларовані заходи щодо збереження навколишнього середовища, рівень освоєння багатьох територій на сьогодні настільки високий, що природні, малозмінені екосистеми виглядають острівцями в морі промислових зон, високоповерхової житлової забудови, транспортних магістралей, парникових господарств і т. д.

[54]Електронний ресурс. – Режим доступу : http://www.naturelifepark.com/news/nature-news.php?id=31

Посиленна увага екологів до просторової строкатості таких «островів» і «зелених вікон», вільних від забудови та використання, а також до незакритих акваторій зумовила винекнення концепції екологічного каркаса, мінімального за площею формування, здатного забезпечити прийнятні умови для існування людини і зберегти природу хоча б у вигляді ізольованих резерватів.

На думку російських вчених, під *екологічним каркасом* варто розуміти полярно дистанційовану від центрів і вісей господарської діяльності композицію природних (диких) і культурних екосистем, побудовану на основі великих резерватів, поєднаних екологічними коридорами, що забезпечує екологічну стабільність простору й охоплює території відповідного рівня (регіон, господарства, території сільського самоврядування, міського округу). Виходячи з цього, А. Шашеро (2013) визначає основні функції екологічного каркасу:

• відтворення основних компонентів природного середовища, що забезпечує необхідний баланс у міжрегіональних потоках речовини й енергії;

• відповідність сили антропогенного тиску рівневі біохімічної активності й фізичної стійкості природного середовища, у тому числі наявність умов для досить високих темпів забруднень, їхньої біологічної переробки, стабілізації впливу на ландшафт транспортних, інженерних і рекреаційних навантажень;

• баланс біологічної маси в непорушених або слабкопорушених господарською діяльністю основних ландшафтах регіону;

• максимально можливі за даних умов за різноманітністю та складністю функцій екологічні системи, що входять у регіон.

Дехто з науковців визначає *екологічний каркас території як систему природних та напівприродних ділянок, які підлягають збереженню, або спеціально створенні або на яких представлені природні рослинні угруповання.* Ці природні або напівприродні ділянки повинні підтримувати сприятливу екологічну ситуацію та біорізноманіття в регіоні. З цих уявлень видно, що екологічний каркас може включати в себе не тільки природні елементи. Така модель дуже нагадує принцип організації ідеальної моделі поляризованої біосфери географа Б. Б. Родомана.

Принципи планування екологічного каркаса. В Україні до недавнього часу головними орієнтирами екологічної безпеки території були гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин у навколишньому середовищі. Кількість гранично допустимих викидів (ГДВ) і скидів (ГДСк) визначали критерії регламентації та нормування припустимих забруднень. Екологи проводили моніторинг так званих гарячих точок – місць небезпечних викидів та скидів, – нормували й регламенту-

вали їх. Пізніше законодавчо був встановлений норматив природно-заповідного фонду (ПЗФ). Для кожного регіону і в цілому для держави цей норматив повинен складати не менше 5% від загальної площі. Але такий норматив не був диференційованим для окремих регіонів і є дуже малим. Вже перші розробки концепцій і програм створення екологічних мереж доводять, що екологічна мережа може займати до 15–25 % території.

Наприкінці XX ст. у державній екологічній політиці почали враховувати новий чинник екологічної безпеки території – кращу чи гіршу планувальну організацію території, зокрема наявність чи відсутність природного каркасу екологічної безпеки. Важливим кроком у вирішенні цієї проблеми стала розробка генеральної схеми планування території України (2000–2001 рр.) спеціалістами інституту «Діпромісто».

Територія України та її регіонів зазнає значного техногенного впливу, який помітно перевищує екологічно безпечний рівень інтенсивності господарського навантаження території. В країні склалася економічно малоефективна й екологічно небезпечна система природокористування. Рівень господарського, зокрема сільськогосподарського використання територій на даний час – один з найбільш високих у світі. Наслідком такої ситуації є невпинне зростання виснаження природних ресурсів та деградація довкілля. Найбільш конструктивним шляхом подолання кризової еколого-економічної ситуації повинно стати *зменшення площ оброблюваних земель та відповідне зростання частки природних угідь.*

На практиці територіальне планування здійснюється в реальному просторі, основні композиційні вузли й вісі якого вже задані. Це міста з пригородами і промисловими зонами, найбільші транспортні вузли і магістралі, площі сільськогосподарських угідь і масиви лісів, річкова мережа, джерела й ареали забруднень, міжобласні транзитні потоки забруднень і т. д. Відповідно до цих конкретних умов і повинен створюватися екологічний каркас території, що стабілізує середовище.

Три основні напрямки при створенні ЕК, які потребують теоретичної та методичної розробки, можна сформулювати як: формування національної, регіональних, а в окремих випадках локальних екологічних мереж; планування території країни, її регіонів і субрегіонів щодо більш раціонального, збалансованого й екологічно безпечного розміщення населення і господарства, більш ефективного просторового розподілу основних видів господарської діяльності та їх територіальних поєднань; агроландшафтна організація сільської місцевості на субрегіональному та локальному рівнях.

Формування екологічного каркаса передбачає зміни в структурі земельного фонду регіону шляхом віднесення частини земель господарського використання до категорій, що підлягають особливій охороні з відтворенням притаманного їм різноманіття природних ландшафтів.

Сучасний облік землеволодінь та землекористувань показує розподіл земель у господарствах, територіальних громадах, районах і областях за видами земельних угідь. Аналіз використання земель за видами земельних угідь має на меті поступовий перехід до агроландшафтних систем землекористування та землеробства за такими напрямками:

• зменшення частки сільськогосподарських угідь і, зокрема, ріллі у загальній структурі земельних угідь;

• виведення з сільськогосподарського обігу малопродуктивних і деградованих сільськогосподарських земель із подальшою їх консервацією та переведенням у природні угіддя: ліси, чагарники, луки, степи;

• виділення на місцевості (в натурі) спеціальних категорій земель – водоохоронних, ґрунтозахисних, курортно-рекреаційних і т. д., – встановлення обмеженого й регламентованого використання таких земель відповідно до їх статусу;

• реалізація регіональних і локальних програм меліорації сільськогосподарських земель з метою їх екологічного оздоровлення, відновлення та покращення продуктивності.

Перехід до агроландшафтної організації території дає можливість істотно знизити рівень сільськогосподарського освоєння території та виділення науки земель для формування локальних і регіональних екологічних мереж як складових екологічних каркасів території країн в цілому.

Головні принципи планування екологічного каркасу:

1. Територіальної цілісності (взаємозв'язок, нерозривність) елементів ЕК, що повинні об'єднуватися в єдину мережу з мінімальною кількістю розривів для забезпечення безперервності «тканини» живої природи.

2. Геоекологічної репрезентативності – включення до складу ЕК усієї розмаїтості природних екосистем і культурних ландшафтів.

3. Відносної простоти устрою – використання усього різноманіття об'єктів, які підлягають охороні, й інших територій з особливим правовим режимом повинне бути зведене до обмеженої кількості функціональних груп, що служили б операційним інваріантом на всіх стадіях формування екологічного каркаса.

4. Технологічності ЕК – відповідність конфігурації ЕК просторовим реаліям (зонам, ареалам, лінійним елементам) екологічних колізій для ізоляції осередків напруженості екологічного поля.

5. Функціональної розвиненості – ЕК повинний містити в собі усі функціональні й організаційно-правові типи об'єктів, необхідні для розв'язання поставлених задач (консервація, резервація, збереження існуючих типів природокористування, реабілітація, рекультивація й ін.).

6. Вибір оптимальної організаційно-правової форми об'єкта ЕК випливає з попереднього принципу і фіксує необхідність пошуку

найкращої відповідності між функцією об'єкта та його організаційно-правовим статусом.

7. Координації й узгодження взаємного розташування та взаємної дії об'єктів ЕК різних організаційно правових форм і режимів. Наприклад, у межах заповідника недоцільно розміщувати пам'ятки природи; національний парк може містити в собі заказник (і навіть не один), але не навпаки. У загальному випадку об'єкт із менш строгими обмеженнями використання може містити в собі менший за площею об'єкт із більш строгими обмеженнями використання.

8. Відкритості ЕК – можливість поетапного формування і постійного вдосконалення, ускладнення і розгалуження структури екологічного каркаса регіону.

9. Ієрархічної відповідності – орієнтація ЕК нижнього рівня планування на розв'язання задач загальнорегіонального екологічного каркаса (принцип ієрархічного підпорядкування мереж різного рівня). Регіональний ЕК варто будувати за принципом вкладених один в одний блоків різного рівня. Це означає, що місцеві системи природних резерватів повинні поєднуватися у регіональні системи, що, у свою чергу, з'єднуються міжрегіональними коридорами.

10. Трансграничності ЕК – відображає неспроможність екологічної мережі обмежуватись межами адміністративного району (або області); ландшафтне планування вимагає узгодження, тісної співпраці та координації, наприклад, в усьому, що стосується екологічного стану річок і долинно-річкових ландшафтів.

Біогеографічні принципи планування екологічного каркасу мають на меті збереження біологічного різноманіття:

- принцип ландшафтної різноманітності – необхідність представлення в просторі ЕК усієї різноманітності природних екосистем, у тому числі екотонів – переходів між екосистемами;

- принцип життєздатності – необхідність підтримки життєздатних популяцій всіх аборигенних видів у природному співвідношенні чисельності й у природних межах;

- принцип підтримки природних (екологічних та еволюційних) процесів – періодичних природних подій, що приводять до сукцесій різного типу;

- принцип стійкості – необхідність планування й організації таких екосистем, що зберігали б стійкість до короткочасних і довгострокових змін умов навколишнього середовища і були б здатні підтримувати еволюційний потенціал організмів впродовж багатьох поколінь.

Викладені підходи повинні відповідати географічним і біогеографічним принципам та доповнювати один одного, але на практиці вони найчастіше конкурують. Традиційні біологи захоплюються виділенням діля-

нок за рідкісними видами або за співтовариствами – методика, що добре працює для рослин і тварин, які живуть на невеликих територіях, але не прийнятна для захисту тварин із великими кормовими ділянками. Такий підхід не може використовуватися для збереження різноманіття видів на популяційному рівні.

З одного боку, спостереження свідчать, що дрібні резервати, обрані ділянка за ділянкою, легко руйнуються зовнішніми впливами і часто втрачають ті самі якості, через які вони, власне, і були створені. З іншого боку, так званим екосистемам бракує наукової виваженості й об'єктивності. Вони втратили спрямованість на ті елементи біорізноманіття, що дійсно знаходяться під загрозою. Фахівці з екології ландшафту «зламали багато списів» у термінологічних суперечках навколо проблеми сталості. На сьогодні стало очевидним, що спробам використовувати поняття «сталість» як парадигму керування екосистемами була притаманна антропоцентричність, пов'язана зі споживчими уявленнями про ландшафт.

На початку розробки екологічних каркасів (регіональних екологічних мереж) є певна необхідність тією чи іншою мірою використовувати всі зазначені вище підходи. Зокрема, згідно з такими підходами група науковців ОНУ ім. І. І. Мечникова розробила проект екологічної мережі Одеської області (Топчієв, Шашеро, 2011).

Складові екологічного каркаса. Для планування території важливо встановити співвідношення поняття екологічного каркаса з поняттям мережі об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ) – територій, що підлягають особливій охороні, оскільки останні в законодавчих актах мають правовий статус територіально-планувальних зон.

Міжнародний союз охорони природи (МСОП-JUCN) користується загальним поняттям *«protected areas»*, яке буквально означає «захищені території» (ареали). Розрізняють шість категорій захищених територій:

1) природний резерват, що підлягає особливій охороні – *Strict nature reserve*;

2) національний парк – *National parк*;

3) пам'ятка природи – *Natural monument*;

4) резерват збереження природи – *Nature conservation reserve;*

5) захищений ландшафт або захищена морська акваторія – *Protecoed Jandscape or seascape;*

6) захищена територія для збалансованого використання природних ресурсів (захищені території для менеджменту природних ресурсів та території, що потребують пріоритетного управління для забезпечення сталого розвитку використання природних екосистем) – *Protected are as for the management of natural resources.*

В. В. Владимиров – співавтор ідеї ЕК у її первісному вигляді – вважав, що об'єкти ПЗФ є центральною, ядерною частиною екологічного каркасу, «система найбільш активних в екологічному відношенні терито-

ріальних елементів природного середовища, що разом з іншими об'єктами живої і неживої природи, озелененими коридорами, необхідними для захисту буферними зонами й іншими елементами можуть виконувати захисні функції навколишнього середовища».

Згідно з чинним національним законодавством в Україні до природоохоронних територій належать усі *землі природно-заповідного фонду (ПЗФ)*, який охоплює території природних заповідників, біосферних заповідників, національних природних парків, регіональних ландшафтних парків, заповідних урочищ, дендрологічних парків, зоологічних парків, парків-пам'яток садово-паркового мистецтва. З них до категорії природних резерватів можуть бути віднесені природні заповідники та заповідні зони біосферних заповідників та національних природних парків.

Співвідношення між поняттями «мережа ПЗФ» і «екологічний каркас» складніше, ніж просто включення частини в ціле, оскільки існуючі в даний час в Україні сукупності охоронних територій – усього лише набір охоронних об'єктів, які ще тільки мають бути добудованими до рівня «живих мереж», а потім і до рівня самодостатніх стабілізуючих середовище систем, тобто до рівня повноцінного регіонального екологічного каркаса.

Екологічний каркас будь-якої країни містить у собі крупноареальні або ядерні, лінійні та точкові елементи. *Крупноареальні ядерні (вузлові)* елементи ЕК називають серцевинними територіями або базовими резерватами. В Україні до базових великих блоків ЕК (ядер або ареалів екологічної активності) відносять наступні типи територій: *заповідники*, *заказники*, *національні і природні парки*, *ліси першої і другої групи (у тому числі ті, які використовуються а рекреаційних цілях)*, *великі за площею пам'ятники природи*, *інші значні території з особливим режимом використання.*

У термінології екологічної біогеографії великоареальні елементи називають *базовими резерватами*. Така назва висвітлює основні функціональні навантаження цих великих територій – збереження природних комплексів, підтримка необхідного рівня різноманітності місцеперебувань і видів, створення умов для рекреації. Такі елементи ще називають *«екологічними регіонами» або «ядрами екологічного каркасу» (в подальшому – екологічної мережі).*

Лінійні елементи – це екологічні коридори, території витягнутої форми, що пов'язують між собою природні регіони і складені відносно малопорушеними господарською діяльністю ландшафтами. До лінійних елементів, екологічних коридорів, що є по суті вісями екологічної активності, можуть бути віднесені: русла і заплави великих рік; долини малих річок і водотоків; осередки лісу на вододілах (і особливо вододільні ліси); озеленені коридори транспортної й інженерно-технічної інфраструктури; захисні лісопосадки. Функції лінійних елементів екологічного каркаса

(екологічних коридорів) очевидні: підтримка цілісності каркаса за рахунок зв'язування розрізнених резерватів, забезпечення переміщення рухливих компонентів природи, захист річкових русел і заплав, ізоляція лінійно виражених зон антропогенної активності: автострад, залізниць.

Точкові (локальні, місцеві) елементи являють собою вузли екологічної активності – найбільш численна група в складі мереж живої природи, що поєднує найрізноманітніші об'єкти: невеликі пам'ятники природи різного профілю; зелені зони невеликих населених пунктів; об'єкти неживої природи, що охороняються; пам'ятники історії і культури.

Загальним для всіх локальних об'єктів є та обставина, що вони не стільки працюють на стабілізаційну функцію середовища як частини екологічного каркасу, скільки самі мають потребу в його захисті. Задача місцевих елементів екологічної мережі – охорона окремих унікальних об'єктів природи і матеріальної культури, виконання господарських (головним чином захисних і ресурсозберігаючих), естетичних і соціальних функцій.

Буферні зони. Крім великоареальних, лінійних і точкових елементів, у мережах живої природи, а також серед земель з особливим режимом використання існують спеціальні елементи. До таких у нашій країні можуть бути віднесені деякі зони спеціального регулювання: водоохоронні зони, охоронні зони, курортні зони, зони охорони бальнеологічних об'єктів та ін., санітарно-захисні, шумові зони й інші зони дискомфорту, охоронні зони гірських вироблень, охоронні зони водозаборів, зони різних надзвичайних ситуацій (наприклад, потенційні зони затоплення). Також широко використовують поняття «буферні зони», під яким розуміють охоронні зони резерватів, які нівелюють (екотонізують) екологічний ефект, інакше кажучи, буферна політика спрямована на запобігання або мінімізацію зовнішніх впливів на національну екологічну мережу, забезпечує додаткову стійкість самої мережі.

Території рекультивації та відновлення природи. Це території оптимізації, реабілітації, відновлення екосистем. Цей елемент екологічного каркаса широко поширений лише в країнах з дійсно високим рівнем екологічної культури, наприклад, у Нідерландах. До складу територій ЕК включають і землі, що ще не втратили остаточно свою екологічну цінність і можуть бути відновлені або за рахунок зміни використання (наприклад, ділянки заплав під чагарниками), або за рахунок зняття деяких аспектів антропогенного впливу (припинення випасу в межах цінного лісового масиву). Просторова стратегія конструювання ЕК розглядає ці землі як резерв для поліпшення сил природи, що самовідновлюються, отже, усі резервати повинні містити в собі повний набір співтовариств, екосистем, абіотичних умов і їхні перехідні варіанти. Методи виділення і принципи

керування базовими резерватами в кожному конкретному регіоні вимагають ретельного дослідження місцевої специфіки.

Реальний досвід планувальних розробок в регіонах України з формування екологічного каркаса макрорівня є складним завданням, рішення якого вимагає попереднього виявлення функціональних блоків більш низького ієрархічного рівня. Саме на розгляд цих блоків буде націлене наше подальше дослідження – формування регіональних екологічних мереж. Наведене вище є однією зі спроб практичного вирішення екологічної проблеми на регіональному рівні. Проте, попри ці та інші численні намагання, екологічна проблема не лише не вирішена, а продовжує загострюватися, що свідчить або про некоректне її усвідомлення, або про хибні шляхи її вирішення. Швидше за все, саме цей факт є підставою для пошуків інших, альтернативних шляхів її вирішення в традиційних та нетрадиційних концепціях (див. додаток).

1.3.5. Концепція ноосферних екосистем

Концепція ноосферних екосистем. Дуже важко говорити про сферу розуму в умовах, коли економічна ситуація поставила український народ на межу виживання. Проте давно доведено, що будь-які події, які відбуваються у повсякденному житті, є частинкою якогось сценарію, більшого за охопленням часу і простору. Ноосферологія – нова наука екологічного циклу, яка увібрала в себе наукові надбання великих природознавців, починаючи від В. І. Вернадського, – сьогодні відчуває гостру нестачу концепцій, адаптованих до сучасних умов. Нещодавні намагання згуртувати екологів під егідою неоекології здебільшого були невдалими: у переліку спеціальностей, затверджених ВАК, екологічні науки так і не з'явились. Напевно, це пов'язано з невизначеністю предметної області сучасної екології, яка за охопленням предмета, за переліком об'єктів та за безмежністю наукових постановок посідає дійсно унікальне місце серед інших наук. Екологія, незграбно розпорошена сьогодні між біологічними, сільськогосподарськими, географічними, економічними та технічними науками, заявила про своє власне «Я», але цей голос поки що не почули.

Така ситуація зумовлена відсутністю життєдайної інтегративної парадигми, яка б об'єднала біоекологів з їхнім прагненням до редукціонізму і бажанням поділити навколишній світ на об'єкти дослідження, техноекологів, які і досі переконані, що технічний геній людини колись-таки здолає біосферу, геоекологів, які ще й досі не наважуються остаточно прирівняти геосистему до екосистеми, агроекологів, які і досі впевнені, що сільське господарство – найбільш толерантна до природи галузь, урбоекологів, які продовжують вважати, що місто може проіснувати без біосфери, соціоекологів, які й досі не визнають людину головним винуватцем

загострення екологічної проблеми… Насправді ж, така парадигма є, але вона досі не використана науковою спільнотою. І ця парадигма – ноосферизм.

Робіт, спрямованих на дослідження ноосфери, щороку стає дедалі більше, і тому можна стверджувати, що кращої нагоди для поєднання усіх напрямів у сучасній екології навколо ідеї ноосферизму немає. Для цього є наступні аргументи:

1. Ноосфера як продовження біосфери формується на основі збереження і підтримання феномену життя, яке досліджують біоекологи.

2. Ноосфера – це сфера розуму, який сьогодні реалізується людиною через технічні досягнення, і задача техноекологів полягає в тому, щоб удосконалювати техносферу у напрямку наближення до природних механізмів.

3. Ноосфера – це поєднання на земній поверхні природних ландшафтів, різною мірою змінених людиною, як би не хотіли геоекологи виокремити з них антропогенні ландшафти.

4. Ноосфера – унікальний механізм інформаційно-речовинно-енергетичного обміну людини з природою, найбільшу відповідальність за який несуть агроекологи, які можуть і повинні обґрунтувати розумні межі людського метаболізму.

5. Ноосфера – це біосфера без урбоекосистем (у сучасному їх розумінні), і задача урбоекологів полягає саме в тому, щоб наблизити сучасні урбоекосистеми до природного інфрмаційно-енергоречовинного обміну.

6. Ноосфера – це сфера, відповідальність за подальшу долю якої взяла на себе людина розумна, яка є головним об’єктом дослідження соціоекологів.

Крім наведених аргументів, є ще один. Будь-яка система серед науковців лише тоді вважається матеріальною (і здатною до подальшого дослідження), коли займає певний простір, останнім часом – не лише географічний, а й віртуальний. Обережне ставлення до ноосфери, як до якогось аморфного кнструкта і пояснюється саме тим, що на перший погляд в її бутті простежується більше віртуального, ніж реального. Саме з цього виходять реалії і парадокси осмислення ноосфери.

Перша реалія і в той же час парадокс, полягає в тому, що ноосфера є одночасно сферою життя і сферою розуму. Парадокс такого твердження виходить з наростаючої тенденції загострення екологічної ситуації у світі. Вивчаючи наведені погляди сучасних йому істориків, соціологів та інших суспільствознавців, В. І. Вернадський дійшов висновку про ідею ноосфери як сферу розуму, тобто такий стан біосфери, коли людство збагне свою невідворотну негативну роль на нашій планеті. Звідси походить розуміння ноосферогенезу як «процесу усвідомлення людиною невідворотності свого впливу на природні системи будь-якої планети». Так звана глобальна екологічна проблема є результатом просторової неузгодженості терито-

ріальних поєднань різних за типом антропогенних екосистем, або ж ноосферних екосистем (інфраекосистем, агроекосистем, урбоекосистем). Подальша перенасиченість (ущільненність) географічного простору різноманітними поєднаннями цих екосистем призведе до якісно нових зрушень у просторовому бутті людства. Швидше за все, такі зрушення призведуть до визначення двох головних напрямків подальшого розвитку людства. Перший напрямок – екстенсивний – штучне відтягування критичної межі ущільнення завдяки розробці оптимізаційних моделей географічного простору. Другий напрямок – інтенсивний – поступове формування штучних екосистем в позаземному просторі. Відтак, розвиток майбутніх технологій буде пов'язаний для першого напрямку із подальшою сировинною експансією розвинутих країн по відношенню до слаборозвинених; для другого – з бурхливим розвитком технологій космічного спрямування.

Впровадження екстенсивного (більш реалістичного) шляху подальшого розвитку треба здійснювани в напрямку ротації окремих груп елементів територіальної структури та їх функцій. Зокрема, поступове свідоме перетворення урбоекосистем на агроекосистеми і навпаки при збереженні пов'язуючої функції інфраекосистем. Для такої ротації є певні природні підстави, оскільки значна кількість агроекосистем внаслідок їх докорінної зміни сьогодні вже не здатні до подальшого існування в якості агроекосистем. В той же час урбоекосистеми (міста) протягом усієї еволюції повинні бути конструктивно підготовлені до таких перетворень. Зокрема, пошуком і знайденням нових конструкційних матеріалів для будівництва, що на відміну від косної речовини (залізобетон) можуть бути швидко розкладені редуцентами до простих хімічних сполук (полігідроксибутилат), а також переходом на якісно новий тип відношення до природи.

Друга реалія і другий парадокс полягає в тому, що людство дедалі більше намагається вирішити екологічну проблему (Римський клуб, Ріо-1992, 2012, Йоханесбург-2002, Кіотський протокол та ін.), але незважаючи на усі намагання, ця проблема лише загострюється.

Одразу виникає підозра, що завдання поставлене некоректно, і, на нашу думку, ця некоректність виходить саме з незнання і нерозуміння структури головного об'єкта перетворення – ноосфери. Насправді ж просторово-часовий розвиток ноосфери укладається не в цивілізаційну, а в екосистемну концепцію. Так, із природних екосистем поступово виходять збиральницькі екосистеми – далі з них землеробсько-скотарські або агроекосистеми; ще далі – урбоекосистеми. Сучасний розвиток урбоекосистем породив новий просторово-часовий феномен – інфраекосистеми, які розвиваються і простроово розширюються з часів збиральницьких екосистем і досьогодні.

Еволюцію ноосфери, або ж ноосферних екосистем з людиною на чолі можливо зрозуміти лише з позицій парадигми природничої історії. На якийсь момент на нашій планеті склалася фіксована кількість речовини й енергії (закон фізико-хімічної єдності і постійної кількості живої речовини В. І. Вернадського). Це також закон константності живої речовини, яким визначено, що кількість живої речовини біосфери для певного геологічного періоду є константною. Він, згідно з Н. Ф. Реймерсом, є кількісним наслідком закону внутрішньої динамічної рівноваги в масштабах глобальної екосистеми – біосфери. Зрозуміло, що оскільки жива речовина, відповідно до закону біогенної міграції атомів, є енергетичним посередником між Сонцем і Землею, то або її кількість повинна бути постійною, або повинні змінюватися її енергетичні характеристики. Закон же фізико-хімічної єдності живої речовини виключає значні коливання останніх, тому кількісна стабільність живої речовини є неминучою. Це робить закон константності живої речовини співзвучним із законом збереження структури біосфери Ю. Голдсміта. Надалі за участю як планетарно-космічних процесів, так і популяцій живої речовини на планеті здійснюється трансформація матерії шляхом її перерозподілу у планетарному просторі. Найінтенсивніше такий перерозподіл здійснює людська популяція.

Згідно з законом екологічного порядку, або екологічного мутуалізму, (третій закон екодинаміки Голдсміта) названим Н. Ф. Реймерсом «законом упорядкованості заповнення простору і просторово-часової визначеності», заповнення простору всередині природної системи через взаємодію між її підсистемами впорядковане таким чином, що дозволяє реалізовуватися гомеостатичним властивостям системи з мінімальними суперечностями між її частинами, будь-який випадково чи штучно внесений людиною в систему чужий компонент буде елімінований такою системою, або на підтримання його існування в системі будуть потрібні додаткові енергетичні засоби. Саме завдяки вживанню додаткових енергетичних засобів закон екологічного порядку порушено людиною, оскільки заповнення екологічного простору (в граничному розумінні – екосистеми планети) йде в напрямку його структуризації, непритаманної природним екосистемам.

Людська популяція в термінах біології має свій ареал (екологічну нішу), який історично простежується як у просторі, так і у часі (агроекосистема). На певному етапі розвитку структура агроекосистем інформаційно ускладнюється, що призводить до подальшого виділення з них урбоекосистем з набагато більш спрощеними штучними речовинно-енергоінформаційними зв'язками.

Еволюційна доля людства – перепланування земної поверхні у напрямку структуризації, який не притаманний іншим видам. Еволюція такої структуризації описується поступовим формуванням трьох форм територіальної структури – ареальних, осередкових і комунікативних. Найстаріші з них і найстабільніші щодо стійкості розвитку – комунікативні елементи, або інфраекосистеми (від «інфраструктура»), які саме і забезпечують матеріальну основу сучасної інформатизації, утворюючи

різноманітні комунікаційні структури. Агроекосистема – друга за послідовністю розвитку форма територіальної структури, яка структурує земну поверхню у вигляді докорінно перетвореної площі із переспрямованими людиною інформаційно-енерго-речовинними потоками. Агроекосистеми є головними (з екологічних позицій) просторовими формами таких ретрансляторів (що існують і на сьогодні), з яких в процесі їхнього розвитку на певному етапі надмірного накопичення інформації просторово виділяються (наче плоди від стебел) урбоекосистеми, які вже виконують якісно нову роль.

Еволюція агроекосистем у географічному просторі бере початок від розтікання генофонду культурних рослин по всій поверхні планети Земля, підлягаючи фундаментального закону – генетико-інформаційної єдності життя: пам'ять систем усіх рівнів організації живого є генетичною; на організмовому рівні її роль виконує генотип, на популяційному – генофонд (функціональна сукупність генотипів особин, що знаходяться в її складі), на екосистемному – генопласт (функціональне поєднання генофондів усіх популяцій і генотипів усіх організмів, що входять до складу екосистеми, тобто ієрархічне поєднання регуляторів систем популяційного та організмового рівнів організації). Пам'ять живих систем також виконує функцію їх кібернетичного регулятора. Отже, в агроекосистемах закладена пам’ять колишньої структурно й інформаційно незміненої біосфери. За сучасними уявленнями така пам’ять – ґрунти.

Така «пам’ять» на рівні агроекосистем забезпечує саморегуляцію «екосистеми людини» завдяки як прямому регулюванню чисельності людської популяції (хвороби, війни), так і опосередненому впливу на планетарні просторові структури (регуляція первинного співвідношення між площею поселень і сільськогосподарських угідь), зокрема завдяки збереженню пропорцій між територіями з «натуралізованим» і «товарним» господарством. Суспільним проявом процесу саморегуляції є тероризм, загальний просторовий напрямок якого описується збройною відповіддю так званих третіх, нецивілізованих» країн на ресурсну, просторову та інформаційну експансію розвинутих країн із західним типом цивілізації (Нью-Йорк, Балі, Москва та ін. і далі буде).

Нарешті, осередкові елементи, або урбоекосистеми, – найвищій прояв інформаційної суті людського розвитку. Саме вони є генераторами, накопичувачами, трансформаторами, відтворювачами різноманітної та різноспрямованої інформації, яка сьогодні визначає не лише напрямки людського розвитку, а й розвитку всієї планети.

Екологічна проблема спричинена непропорційністю просторових сполучень і розірваністю в історичному часі окремих ноосферних екосистем. Так, на початку виокремлення урбоекосистем головне їхнє інформаційне навантаження полягало в забезпеченні більш глибокої структуризації географічного простору завдяки інтенсивним обмінним процесам з агроекосистемами, що їх породили, та з іншими урбоекосистемами (хінтерланди в

сучасному розумінні). Сучасне інформаційне навантаження урбоекосистем полягає в концентрації інформаційних потоків у певних точках земної поверхні (світові міста) для утворення суцільного глобального інформаційного поля; при цьому косна або нежива речовина (за Вернадським) в процесі еволюції людської популяції (ноосферогенезу) стала головним акумулятором та передавальною ланкою між природними та напівприродними екосистемами (агроекосистемами). Саме в цій ланці (споруди, механізми, сучасні електронні засоби спілкування) накопичується інформація про попередні якісні стани людської популяції. Таким чином, антропогенізація нашої планети пов'язана передусім зі зміною провідного носія інформації – якщо в живій природі такими носіями є переважно живі організми, а акумуляторами – напівживі речовини (ґрунти), то в антропосфері косні техносферні елементи та їх поєднання виконують роль акумуляторів, а транспортні та комунікаційні канали (інфраекосистеми) – роль носіїв.

На сьогодні уявлення про сталий розвиток, який за всіма параметрами є першим кроком у напрямку досягнення людством ноосферного стану, дуже далекі від істини, а найчастіше – свідомо спотворені. Зокрема, у сучасних класифікаціях найбагатші країни, які розвиваються за рахунок природних екосистем інших країн, знаходяться найближче до сталого розвитку. Така позиція принципово неправильна, на чому наголошують авторитетні вчені. Виходячи з принципів екосистемної динаміки, ми визначили критерії та проказники екологічно-толерантного природокористування, які згодом допоможуть людству досягнути ноосферного стану. Згідно з теорією біотичної регуляції першим кроком повернення до природи має стати запровадження екологічних стягнень відповідно до біокорельованої парадигми.

На сучасному етапі свого розвитку Україна, з точки зору ноосферної просторової організації, має унікальні переваги перед постіндустріальними країнами. Розглянемо головні риси постіндустріального суспільства, яке отримало розвиток у країнах «G-7» (без Росії):

- перевага виробництва інформації, послуг і розвитку інфраструктури порівняно з традиційними галузями (промисловість, сільське господарство);

- свідоме перенесення екологічно брудних галузей на території третіх країн;

- використання біокліматичного потенціалу інших (менш розвинутих) країн для забезпечення передусім продовольчих потреб;

- перетворення власної території на високоурбанізовані регіони з високою контрастністю міст і сільської місцевості та формування в зв'язку з цим бар'єрного типу розмежувань між природними й антрепогенними компонентами екосистем;

- надвисоке ущільнення географічного простору, передусім завдяки розвитку транспортних мереж і інфраструктури.

Таким чином, сучасна криза економіки України, для якої не характерні наведені риси, дозволяє уникнути зазначених негативних тенденцій і в подальшому будувати своє господарство відповідно до ноосферних принципів.

Наведені уявлення про особливості просторової структури ноосфери дають змогу поєднати усі дослідження екології навколо однієї предметної області – еволюції ноосферних екосистем. Ці проблеми повинна вирішувати нова екологічна наука – *ноосферологія, або нооекологія.*

Ідеальна еколого-просторова модель збалансованого природокористування. За всією різноманітністю сучасних політичних систем, соціально-економічних структур вони зберігають, мабуть, єдність у головному: залишаються суспільствами споживання, що виснажують і забруднюють область життя, біосферу й формують техногенну людину. Техніка творить природу й людину за своїм образом й подобою. Механічна система техніки покликана підкорити й усе інтенсивніше експлуатувати навколишнє середовище, а ресурси біосфери, як відомо, цілком обмежені, тоді як міць і можливості техніки зростають практично безмежно. Отже, сучасна технічна цивілізація відрізняється від попередніх лише тим, що має унікальні можливості зруйнувати біосферу: або за лічені хвилини (атомна війна), або за кілька десятиліть (продовження економічної експансії).

Розвиток цивілізації поставив перед сучасною наукою дуже важливе завдання: розрішення протиріччя між потребами людського співтовариства й обмеженою кількістю природних ресурсів. Дотепер це завдання завжди вирішувалося на користь максимального задоволення потреб, безвідносно щодо того, чи є ті або інші потреби первинними, дійсними, тобто залежними від вітальних особливостей людського організму і його духовних запитів, або вторинними, найчастіше удаваними, обумовленими його соціальними амбіціями. Подібна стратегія може привести людство до загибелі, якщо зусилля людей не будуть спрямовані на розуміння й корекцію своїх потреб.

Ефективність суспільного виробництва повинна визначатися не обсягами виробництва продукції для задоволення людських потреб, а з позиції їхнього регулювання відповідно до можливостей природи. Історія цивілізації знає чимало спроб вирішити це завдання силовими методами. Результат завжди був жахливий. Культурних або політичних передумов сьогодні також не спостерігається. В економічній сфері йде найжорсткіша конкурентна боротьба, що іноді набуває найпотворніших форм, аж до прямих військових зіткнень. Світові релігії, що стали фундаментом сучасної культури, також залишаються факторами, які розділяють людство. Залишається єдиний вихід – зміна просторового буття людства. При цьому повинна виконуватись головна умова – підтримуваний розвиток екосистеми людини зі збереженням відтворювальної здатності природних екосистем.

У пошуках цієї якісно нової стратегії проф.С. П. Сонько розробив ідеальну просторову модель (рис. 18), в якій описується генеральний напрямок трансформації географічного простору видом *Homo Sapiens* в процесі еволюції його просторової динаміки, який відповідає розвитку соціоприродних систем в напрямку досягнення ноосферного стану. При цьому сучасний стан цієї динаміки, що простежується в історичній ретроспективі, характеризується постійним ущільненням географічного простору і розширенням полів впливу світових міст. Паралельно з цими процесами відбувається процес спотворення географічного простору порівняно з інваріантом, зокрема завдяки просторовим інверсіям. Прямим і головним наслідком цих інверсій є поглиблювана від'ємність природокористування, або виникнення і загострення так званої екологічної проблеми.

Крім того, відбувається перерозподіл кількості та просторової локалізації всієї популяції, яка характеризується поглибленням диспропорцій між кількістю населення великих міст і відповідним збезлюдненням сільської місцевості.

Просторовий розвиток екосистеми *Homo Sapiens* відбувається в трьох самостійно відгалужених, проте взаємозалежних формах: агроекосистеми →урбоекосистеми →інфраекосистеми. У відомих на сьогодні моделях відбитий напрямок розвитку соціоприродних систем із заздалегідь погодженим антропоцентристським природокористуванням.

Можливим шляхом узгодження такого взаємного розвитку (гармонізації) може бути просторова ротація функцій агро-та урбоекосистем при збереженні існуючих функцій інфраструктурних каналів (рис. 18). Таку свідому (підвладну людині) ротацію слід починати при досягненні великим мегаполісом, в центрі якого лежить місто зі світовими функціями, такого стану, який відповідає ролі абсолютного деструктора біосфери. Такому кроку повинні передувати дослідження існуючої системи розселення для відповідного визначення рівня впливу окремих міст і міських агломерацій на своє ближнє і дальнє оточення.

Насправді, просторова ротація агро- та урбоекосистем, до якої ще на початку XX століття закликав відомий економіст-аграрник А. В. Чаянов при зваженому підході може бути цілком реально здійсненною. Підтвердженням цього вже сьогодні є досить чіткі тенденції до організації родових землеволодінь у Росії[55]. Осередками «відтягування» значної кількості населення в сільську місцевість могли би стати ділянки слабозміненої природи, на яких рекреаційні функції гармонійно б сполучались з аграрними. Відтак, у відповідь на створення поза межами великих міст технологічних зон, технопарків, технополісів необхідно (за державної підтримки) створювати ерголанд-шафтні зони, агрорекреаційні парки, дендро- та аквапо-ліси. Ці форми нового еколого-просторового буття людства передбачають зовсім інший тип речовинно-енергетичних відносин з природою. На відміну від розглянутої вище моделі «Біосфера-2», у якій формуються бар'єрні кордони, у нашому випадку сформовані

[55] http:Anastasia.ru.

контактні екотонні кордони. Саме такий підхід найбільше наблизить суть нових форм еколого-просторової організації до ноосферної.

Як бачимо на рис. 18, ці форми природокористування розташовані в безпосередній близкості від осередків урбанізації і виконують роль вбирачів та адаптерів окремих особин *Homo Sapiens Urbanicus*. На периферію впливу урбоекосистем винесена змістовно більш складна просторова динаміка цього виду. Завдяки отриманню навичок адатованого природокористування тут поступово утворюється нова континуально-дисперсна форма розселення у вигляді поселень, подібних до хуторів, або ферм (ранчо)[56]. При цьому формування гексагональної решітки, показаної в моделі, зовсім не обов'язкове. Принаймні ця решітка є кінцевим (граничним) станом всієї системи (за В. Кристалером)[57].

Проте головною визначною рисою цієї моделі є та, що найбільша дисперсність виноситься на периферію (у біосферні вікна), що в цілому відповідає такому стану динаміки популяції, який спостерігається у інших видів у живій природі. Модифікації просторових зв'язків у пропонованій моделі можуть бути найрізноманітнішими, однак головний напрямок взаємодії природи і суспільства докорінно змінюється з антропоцентричного на адаптований.

Для розробки адаптованої стратегії соціоприродної взаємодії необхідне нове ноосферне (тобто дійсно близьке до ідеї сталого розвитку) обґрунтування критеріїв і параметрів подальшого розвитку країн світу, яке має буде враховане в новій їхній ноосферній типології.

Розділ 1.4. Оцінка можливості збалансованого природокористування на основі концепції ландшафтно-екологічного планування

Початком історії ландшафтного планування прийнято вважати XIX ст., коли виникли поняття і практика «культури землі» та «покращення землі». Джерелом цих понять і практики прийнято вважати плани організації полів і вівчарських пасовищ в Англії, де вони створювалися на великих територіях ще в XVII і XVIII ст. У XIX ст. ці підходи були сприйняті і розвинені в Прусії та Баварії.

1.4.1. Ландшафтне планування в Європейських країнах

[56] Варто згадати «норматив» землекористування селянської родини (3–4 десятини, що дорівнює приблизно 3–4 га), запропонований ще на початку XX століття А. В. Чаяновим.

[57] Сонько С. П. В пошуках нових моделей центральних місць Вальтера Кристаллера / С. П. Сонько // Геоінформатика. Науковий журнал. – 2004. – №3. – С. 84–91.

Однією з найбільш повних і розвинених сучасних систем ландшафтного планування є *німецька система*. Історія її розвитку також одна з найцікавіших. В усьому світі та в Німеччині розвиток ландшафтного планування тісно пов'язаний із розвитком ідей охорони природи. В епоху феодалізму природу охороняли в Німеччині переважно на основі економічних міркувань, наприклад, створюючи «заповідні ліси». Коли під впливом просвітництва та романтизму з'явилося нове ставлення до батьківщини і природи, виник і природоохоронний рух, який 1900 р. керувався переважно естетичними, етичними та соціально-психологічними аргументами, заснованими на людській потребі в красивій природи. Він не давав своїм прагненням економічного обґрунтування.

Багато діячів мистецтва періоду романтизму, такі як художник К. Д. Фрідріх, основну увагу більше не приділяли людині, головне місце в їхній творчості зайняла природа. І пізніше такі діячі мистецтва, як професор музики Ернст Рудорфф, впливали на природоохоронний рух на тих його ранніх етапах, коли він в кінці XIX ст. формував поняття «охорона рідного краю» та «охорона природи» і виступав проти матеріалізму свого часу.

Концепція Рудорффа охоплювала обидва аспекти, а саме охорону ландшафту від порушень (швидше охорону навколишнього середовища) і збереження незайманої природи. Його цілісний підхід був реалізований прусською державою лише частково, шляхом організації резерватів, що охороняються, згідно з концепцією Гуго Конвентца.

Однак ініціатор створення першого природоохоронного парку, поет Херманн Лені вже тоді критикував охорону природу в резерватах, зосереджену на деталях, у той час як в цілому відбувається спотворення природи.

У період з 1900 по 1935 рр. формувалася державна політика охорони природи. У 1902 р. в Пруссії був прийнятий закон проти спотворення місцевостей з видатними ландшафтами.

Перший власне природоохоронний Імперський закон про охорону природи був прийнятий в 1935 р. Цим законом були сформульовані і три завдання, що визначили важливі напрямки ландшафтного планування: створення особливих природних територій, що охороняються; розвиток ландшафтної архітектури та будівництво загальнонімецьких автострад.

Важливими подіями ознаменувався період між 1955 і 1965 рр. У цей час відбувалася енергійна інтеграція планів догляду за ландшафтом в галузеве і загальне територіальне планування. Прикладом може служити розроблений Г. Віпкендом ландшафтний план, що став частиною плану землекористування для всього округу та міста Геттінген.

У 1959 р. відбувся перший німецький конгрес з охорони природи, що зосередив увагу на необхідності впровадження природоохоронних принципів у загальне територіальне планування.

На межі 1970 рр. відбувається усвідомлення кризи, що насувається на навколишнє середовище. Деякі федеральні землі Німеччини приймають нові закони про охорону природи і догляд за ландшафтом. Поступово в країні розвивається реформа природоохоронного законодавства. Нарешті, в 1976 р. новий федеральний рамковий закон про охорону природи закріплює ландшафтне планування як обов'язковий планувальний інструмент. Його завдання формулюються широко: ландшафтним плануванням повинні охоплюватися всі незабудовані і всі забудовані площі, тобто вся територія країни, в процесі ландшафтного планування повинні враховуватися як природні, так і соціальні чинники, мають розроблятися заходи попередження і регулювання впливів на ландшафт.

Розвиток ландшафтного планування в НДР мало свої особливості. Формально охорона природи і догляд за ландшафтом визнавалися державним завданням. Але на практиці в територіальному плануванні вони здійснювалися не зовсім ефективно. Проте наукові дослідження, що виконувалися ландшафтними екологами та географами НДР, підживлювали в цей час ідеями і результатами західну школу ландшафтних планувальників.

Останнім часом, особливо після внесення в 2002 р. поправок до федерального закону про охорону природи 1976 р., якість і значення ландшафтного планування в Німеччині підвищується. Його об'єктом стає вже переважно не жива природа, а все довкілля. Крім того, ландшафтне планування отримує додатковий імпульс розвитку в зв'язку із законодавчим закріпленням процедур стратегічної екологічної оцінки. Посилюється увага до таких цілей, як сталий розвиток і ресурсозбереження.

Як зазначають автори статті «Ландшафтне планування у Німеччині – інструмент упередження екологічних проблем території» Ш. Хайланд та А. Май, в цілому ландшафтне планування в Німеччині – випробуваний інструмент забезпечення високої якості навколишнього середовища, який, тим не менш, потребує критичної перевірки та подальшого розвитку свого змісту і своїх методів. В умовах екологічної ситуації, що загострюється, внаслідок клімату, що змінюється, воно може стати у нагоді як широкомасштабний упереджувальний інструмент екологічного планування. Дослідники не виступають за те, щоб переносити німецький досвід ландшафтного планування на інші системи планування та на їх адміністративні й політичні рамкові умови, але зазначають, що ландшафтне планування в майбутньому може розробити досить цінні положення за планувальним розвитком ландшафтів і в Україні.

Тепер коротко розглянемо особливості ландшафтного планування інших європейських країн та країн СНД.

Велика Британія. Історично планування в цій країні має більш слабкі позиції, ніж в багатьох інших європейських країнах. Система планування тут орієнтована більшою мірою не на ініціативи територіального розвитку, а на рішення приватних випадків. Основний принцип системи – це захист приватної власності і фундаментальних суспільних інтересів. В уявленнях британців ландшафт виступає як візуально-естетична категорія. Тому часто ландшафтне планування зводиться до формування «обличчя» ландшафту. Задачі ландшафтного планування розсипані по різним галузям планування. Наприклад, ландшафтне планування тут може бути затребуваним плануванням землекористування як його інформаційна база. Таким чином ландшафтне планування у Великій Британії формально ще шукає своє законне місце в системі. На практиці воно живе, діє і досягає нерідко значних результатів. В цілому потенціал і перспективи розвитку ландшафтного планування у Великій Британії вже усвідомлені суспільством.

Нідерланди. Як одна із найбільш густозаселених країн Нідерланди мають давні традиції контролю за природою та розвитком ландшафту, особливо у захисті та освоєнні морських узбережь. Однак у плануванні територій переважають ідеї змін та конструювання, а не охорони природи. Тому тут сформувалася сильно диференційована система планування, що має стійке визнання в політиці, управлінні та суспільстві. Задачі ландшафтного планування у Нідерландах розподілені між трьома планувальними інструментами і відповідними законами: територіальним плануванням, екологічно орієнтованим плануванням і управлінням водними ресурсами. Узагальнюючого документа, який охоплював би всі аспекти екологічних вимог, не існує. Зв'язок ландшафтного планування з територіальним тут більш глибокий, ніж у Німеччині. Разом із тим екологічно орієнтоване планування у Нідерландах має явно виражений галузевий характер.

Ще одна особливість системи планування Нідерландів – його орієнтація на партнерство і на рішення конфліктів шляхом консенсусу на усіх рівнях. Незважаючи на потужний господарчий тиск на територію цієї невеликої країни, її суспільство володіє «Зеленим серцем» і дбає про розвиток ландшафтів.

Франція. Політична система та система планування у Франції, не дивлячись на спроби її децентралізації, традиційно сильно централізована. Між адміністративно-територіальними рівнями країни – регіонами, департаментами та комунами – існує чіткий розподіл обов’язків, але практично немає ніяких зв’язків. Однак останнім часом тут отримує розвиток тенденція до посилення партнерських відносин між державою та цими рівнями. Територіальне планування з деякого часу стало набувати певного

значення, але переважають рішення, прив'язані до конкретних проектів та намірів. Крім того, територіальне планування не несе функцій загального планування. Галузеві плани на національному та галузевому рівнях залишаються мало пов'язаними між собою. Зв'язок між різними планами здійснюється лише на рівні комун при складанні планів землекористування.

Іспанія. Іспанія являє собою квазіфедеративну державу зі значною нерівномірністю в щільності заселення території. В останні роки тут помітно посилилося усвідомлення екологічних проблем та їх адекватна правова підтримка, а також екологічно орієнтовані управління та планування. В цьому процесі значну роль зіграли установки ЄС. Поняття ландшафтного планування у його буквальному сенсі не існує в іспанській системі планування. Відсутня і відповідна професійна освіта. Однак задачі ландшафтного планування значною мірою виконуються іншими інструментами. В цілому, спостерігається зміщення акцентів від суто естетичних поглядів на ландшафт до його розуміння як культурного феномену, і нарешті, до ландшафтно-екологічних уявлень.

Країни СНД. У колишнього СРСР розробки, близькі до ландшафтного планування, вели переважно в прибалтійських республіках – в Литві та в Естонії [3, 14]. У Латвії певні елементи ландшафтного підходу застосовувались при плануванні системи територій, що охороняються. Варто зазначити, що об'єктами планування там опинялися території різного розміру – від республіки в цілому до землеволодінь окремих підприємств, що передбачало відмінності в змісті та методах планування, хоча в більшості випадків проектувальники прагнули сполучати територіальну мережу планування з природними комплексами ландшафтного рівня.

У Російській Федерації практичного досвіду аналогічної роботи по суті немає. Разом із тим саме в Росії ідеологія та наука методів прикладних ландшафтних досліджень були розроблені достатньо повно в працях Д. Л. Арманда, А. Г. Ісаченка та інших відомих дослідників. Аналіз сучасних тенденцій в природоохоронній політиці і регіональному розвитку показує, що в Росії виникає потенційно сприятлива ситуація для поширення ландшафтного планування.

У статті О. Н. Антипова та Ю. М. Семенова зазначається, що вперше в Росії (на момент 2006 р.) була розроблена схема екологічного зонування Байкальської природної території, ландшафтні рамкові плани районів ближнього Прибайкалля, крупномасштабні ландшафтні плани с. Листв'янка та м. Байкальська. Також зазначено, що в результаті російсько-німецького співробітництва в Росії створено передумови для широкого впровадження інструментів ландшафтного планування як основи стійкого територіального розвитку; розроблена та апробована в різних районах

Прибайкалля методика екологічно орієнтованого планування землекористування[58].

На початку XXI ст. у зв'язку із великою необхідністю удосконалення системи природокористування і рішення екологічних проблем роль комплексного (ландшафтного) планування, безсумнівно, зросла. Це підтверджується числом публікацій, присвячених рішенню теоретичних задач територіального планування, яке помітно збільшилося.

1.4.1. Розробка шляхів оптимізації природокористування в агроландшафтах засобами ландшафтного планування

Теоретико-методичні основи ландшафтного планування агроландшафтів формувались в інтеграційному полі ландшафтної екології й геоінформатики при залученні критичного аналізу практики ландшафтного, ландшафтно-екологічного аналізу геосистем й геоінформаційного аналізу просторових даних.

Об'єктом ландшафтного планування виступають ландшафтні системи відповідного рівня в своїх природних або функціональних межах, які визначаються масштабами територіального планування.

Згідно з Ю. Г. Тютюнником[59], вперше поняття «ландшафт» було використано в IX столітті у працях ченців Фульдського монастиря в Німеччині. При перекладі з латини «Євангелічної гармонії» богослова Татіана вони замінили слово regio (район, країна) на lantscaf, використавши останнє у значенні «єдина священна земля єдиної пастви, територія, впорядкована, згідно з загальнонімецьким планом».

Поступово поняття трансформувалося в далеке від первісного. Німецьке Landschaft тепер розуміють як вид місцевості. З німецької мови термін «ландшафт» принесений у вітчизняну науку відомим російським ученим А. Гумбольтом, який розумів під ландшафтом навколишню красу, що сприймається візуально й естетично оцінюється.

В українській мові найближче до терміна «ландшафт» стоїть слово «місцевість» – територія, що має єдиний вигляд, образ.

У наш час в Україні з'являються роботи, присвячені геоекологічному аналізу та оцінці різних територій. Це праці В. С. Давидчука, І. М. Волошина, В. Т. Гриневецького, М. Д. Гродзинського, В. М. Гуцуляка, Л. Л. Малишевої, О. М. Маринича, А. В. Мельника, В. Ю. Некоса, В. М. Пащенка, Л. Г. Руденка, О. П. Топчієва, І. Г. Черваньова, П. Г. Шищенко та ін.

---

[58] Антипов А. Н. Ландшафтное планирование в Прибайкалье / А. Н. Антипов // География и приподные ресурсы. – 2006. – №1. – С. 11–18.

[59] Тютюнник Ю. Г. О происхождении и первоначальном значении слова «ландшафт» / Ю. Г. Тютюнник / Изв. РАН. Сер. геогр. – 2004. – № 4. – С. 116–122.

З геоекологічної точки зору, ландшафт – середоутворююча і ресурсовідтворююча геосистема, що володіє певним екологічним потенціалом.

Розробляються теоретико-методичні основи геоекологічних (ландшафтно-екологічних) досліджень, створюються схеми районування на ландшафтній основі та ін. Сформувалась самостійна наука – ландшафтна екологія.[60]

Для систематизування природи, суспільства та екології використовують поняття ландшафтного планування.

По-перше, *ландшафтне планування* (ЛП) – діяльність, спрямована на поліпшення, відновлення та створення ландшафтів, що забезпечує стале природокористування і збереження основних функцій цих ландшафтів як системи підтримки життя[61].

По-друге, за Е. Ю. Колбовським (2008), – це комунікативний процес, до якого залучаються всі суб'єкти і природоохоронної, і господарської діяльності на території планування та який забезпечує виявлення інтересів природокористування, проблем природокористування, вирішення конфліктів і розробку узгодженого плану дій і заходів.

Ландшафтна програма – це оглядовий плановий документ (карта і пояснювальний текст) регіонального рівня, який визначає основні напрямки природокористування і відповідні їм основні ландшафтні функціональні зони на території планування (Колбовський, 2008).

Рамковий ландшафтний план – це сукупність карт і текстів, які містять середньомасштабні характеристики природно-ресурсного потенціалу, задачі охорони природи і реального використання території, також рекомендації з екологічно цілеспрямованого природокористування і цілям розвитку території планування (Колбовський, 2008).

Ландшафтний план – це сукупність карт і текстів, які призначені для узгодженого вирішення задач охорони природи і землекористування конкретними суб'єктами господарської діяльності й органами управління на найнижчому адміністративно-територіальному рівні; оцінка і рекомендації ландшафтного плану ґрунтується на великомасштабному аналізі території планування, які забезпечують реалізацію конкретних програм і проектів природокористування і розвитку території (Колбовський, 2008).

Укладання ландшафтних планів рекомендується проводити в шість етапів (Колбовський, 2008):

---

[60] Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології / М. Д. Гродзинський. – К : Либідь, 1993. – 224 с.; Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія (Геохімічний аспект) : навчальний посібник / В. М. Гуцуляк. – Чернівці : ЧДУ, 2001. – 82 с.

[61] Колбовский Е. Ю. Ландшафтное планирование : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Е. Ю. Колбовский. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.

1) *інвентаризація* – збір та узагальнення всієї доступної інформації стосовно природного середовища території, її соціально-економічних умов, структури й особливостях землекористування, а також виявлення основних конфліктів природокористування в контексті аналізу екологічних проблем території;

2) *оціночний етап* проводиться для оцінки стану існуючих природних умов об'єкта дослідження. Оцінка компонентів втілюється в категоріях значення і чутливості окремих компонентів природного середовища;

3) *виявлення конфліктів природокористування* (під конфліктом в природокористуванні розуміють ситуацію, зумовлену такою діяльністю людини, яка призводить до порушення нормативно встановленого стану навколишнього середовища, заподіює шкоду одній з галузей природокористування або перешкоджає його розвитку в цілому);

4) *концепція цілей* – кінцевим результатом цього етапу є комплект галузевих карт, на яких проведено зонування території за цільовим призначенням;

5) *цільова концепція використання території* – рекомендується розробляти на основі аналізу соціально-економічних проблем, ресурсної оцінки території та сформованих цілей використання окремих природних компонентів;

6) *впровадження та моніторинг* результатів – пропонується проводити, виходячи з цілей використання і розвитку конкретної території та рекомендованих відношень між типами цілей і заходів. Зонування території за типами дій і заходів виконується на основі інтегрованої карти цілей.

Ландшафтне планування реалізується як ієрархічна система, в якій оцінки, планувальні положення і приписи всіх рівнів не суперечать один одному та доповнюють один одного, поєднуючись за принципом «обліку протитечій», коли рамочні рекомендації служать орієнтирами для більш детальних вказівок на найнижчих рівнях планування, але й самі формуються під впливом пропозицій знизу.

Використання природного простору як джерела ресурсозабезпечення сільського господарства і виробничої діяльності призводить до формування і подальшого розвитку особливих територіальнофункціональних систем – агроландшафтів.

Агрогеографічне вивчення природних комплексів в межах концепцій антропогенного ландшафтознавства, які розробляються, геотехнічних систем і геосистемної парадигми отримало подальший розвиток в роботах Ф. Н. Мількова (1973), А. Г. Ісаченка (1980) та ін.

На даний момент загальноприйнято, що агроландшафти утворюють самостійну категорію природно-антропогенних геосистем, які відрізняються особливою просторовою і функціональною структурою. Струк-

турно-функціональні особливості агроландшафтів, на відміну від інших типів антропогенної модифікації ландшафтів, зазнають значного впливу природноісторичних властивостей та закономірностей природного середовища.

Агроландшафт – ландшафт, основою якого є сільськогосподарські угіддя та лісові насадження, зокрема лісосмуги та інші захисні насадження[62]. У зв'язку з цим із географічних позицій особливий інтерес викликає аналіз територіальної структури агроландшафтів, яка формується і функціонує внаслідок постійного взаємозв'язку сільськогосподарського виробництва і природного середовища.

Ландшафтні карти, що відображають диференціацію не тільки змінених антропогенним впливом природних утворень, а й природних аналогів, належать до числа необхідних інструментів планування оптимального землекористування. На природні ландшафтні структури накладаються агроландшафти, які мають фундаментальну аналогію з природними. Тому виявлення природної основи становить неодмінну умову вивчення агроландшафтів. Основні принципи складання середньомасштабні типологічної ландшафтної карти витікають з цілей і завдань агроландшафтної оцінки території.

Успішне функціонування агроландшафтів як ресурсовідтворюючих і середовищеформуючих систем потребує постійної їх регуляції, по-перше, погодження просторової організації господарсько-технологічних заходів з особливостями природних комплексів як на етапі освоєння, так і в процесі використання ландшафтних структур. Цю задачу можна успішно виконати за наявності оперативного й кваліфікованого управління і контролю за всіма операціями, орієнтованими на збільшення врожайності і підвищення екологічної стійкості сільськогосподарських земель.

Важливим елементом цієї діяльності є раціональна територіальна організація агроландшафтів. Вона включає оптимальне просторове розміщення зон різного функціонального значення, обґрунтування їх взаємного розміщення, встановлення раціональних форм використання земельного фонду, а також формування і територіальну прив'язку елементів екологічного каркасу.

До однієї з найбільш важливих і відповідальних проблем організації агроландшафтів належить вибір оптимальної величини і просторової форми земельних угідь, а також їх первинних територіальних одиниць – робочих ділянок, які обробляються окремо.

Одним з напрямків ландшафтного планування є проектування і конструювання стійких агроландшафтів (рис. 19). Стійкість агровироб-

[62] Булигін С. Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів : навчальний посібник / С. Ю. Булигін – Х. : Вид-во ХДАУ, 2001. – 116 с.

ництва ґрунтується на застосуванні ландшафтної, адаптивної, ресурсозберігаючої і прецизійної (точної) систем землеробства та біологізованого кормовиробництва в різних за природною будовою агроландшафтах.

Під проектуванням мають на увазі виділення на сільськогосподарських територіях агроландшафтів і агромасивів як системи земель, що мають достатній потенціал родючості та можливостей збільшення їх продуктивності за допомогою біологічних способів відновлення родючості ґрунтів, а також інших прийомів і методів, що позитивно впливають на екологічний стан агроекосистем.

Конструювання передбачає організацію системи земель для агровиробництва та управління продукційним процесом за допомогою аграрних технологій землеробства і кормовиробництва (вирощування кормових культур на ріллі, сіножатях і пасовищах).

До проектування належать агроландшафтне й агроекологічне картографування. Конструювання агроландшафтів передбачає створення спеціальних тематичних карт (функціональне зонування аграрних територій) для застосування підсистем землеробства і кормовиробництва – обробітку ґрунту, сівозмін, добрив, засобів захисту рослин, машин, знарядь і збирання врожаю.

Прогнозування ГІС для будь-якої аграрної сфери виробництва має свої особливості. Наприклад, прогнозувати можливо стан агроландшафту для раціонального природокористування, використання ресурсів меліоративної або немеліоративної природно-технічної системи з визначенням їх можливих проблем тощо.

В основі прогнозування знаходяться три взаємодоповнюючих джерела інформації про майбутнє[63]:

- оцінка перспектив розвитку майбутнього стану прогнозованого об'єкта, явища, процесу на базі досліду, часто за допомогою аналогії з достатньо відомими явищами або процесами;
- умовне продовження в майбутньому (екстраполяція) тенденцій, закономірності розвитку яких в минулому і сучасному досить відомі;
- модель майбутнього стану того чи іншого явища, процесу, об'єкта, що побудована відповідно до очікуваних або бажаних змін науки умов, перспективи розвитку яких досить відомі.

Геоінформаційні системи (ГІС) – це не тільки галузь сучасних високих комп'ютерних інформаційних технологій. В науці, освіті і виробництві це системи прийняття оптимальних управлінських рішень, це інтегрований показник рівня розвитку науково-технічного прогресу

[63] Томлинсон Р. Думая о ГИС. Планирование географических информационных систем: Руководство для менеджеров / Р. Томлинсон. –М. : Дата+, 2004. – 329 с.

країни, якості і перспективності підготовки в університетах фахівців всіх галузей.

Цифрова картографічна інформація дозволяє в оперативному режимі складати карти стану посівів на даний момент, які є основою для підтримки ухвалення рішень.

Комплексна ГІС найчастіше включає такі цифрові карти, як карти вмісту мінеральних речовин у ґрунті, типів і характеристик ґрунтів, карти ухилів (з цифровою моделлю рельєфу) і експозицій схилів, погодних, кліматичних і гідрологічних умов тощо (рис. 20–30). Важливою інформацією є цифрові карти таких чинників, як врожайність і тип посівів, тип механічного та хімічного обробітку ґрунтів, просторовий розподіл захворювань культур і динаміка розповсюдження шкідливих комах. За наявністю такої інформації відкриваються необмежені можливості аналізу, прогнозу й оптимізації діяльності сільськогосподарських підприємств.

Геоінформаційне моделювання (ГІС-моделювання) є ефективним засобом збору, систематизації та аналізу даних, що відбиває колишню, так і сучасну ситуацію в регіоні, а також застосовується при прогнозуванні та плануванні раціонального природокористування.

Регіональні дослідження необхідні для пізнання географічних закономірностей просторової організації природи і людської діяльності. Їх об'єктами є природно-господарські комплекси (у нашому випадку агроландшафти), що являють собою складні системи з компонентною структурою і безліччю внутрішніх взаємозв'язків.

При виділенні агроландшафтних груп земель необхідна інформація про рельєф. Інформація про рельєф зумовлюється масштабом досліджень. При здійсненні аналізу земель на рівні території землекористування оцифровуються горизонталі топографічної карти, які потім в ГІС перетворюються на цифрову модель рельєфу. В якості атрибутів до даних карт прив'язується відповідна інформація про окремі характеристики рельєфу.

Цифрова модель рельєфу (ЦМР) являє собою сукупність значень оцінок перевищень рельєфу, прив’язаних до вузлів досить дрібної регулярної мережі, які є цифровим виразом висотних характеристик рельєфу на топографічній карті (рис. 22). Побудова ЦМР проводилася в ArcGis за таким алгоритмом:

1) прив’язка електронних варіантів топографічних карт до системи географічних координат у ГІС-середовищі;

2) автоматична або ручна векторизація ізогіпс рельєфу та створення атрибутивної бази даних;

3) інтерполяція одержаних ізолінійних значень абсолютних висот.

На основі ЦМР, у свою чергу, можливо швидке створення серії тематичних карт найважливіших морфометричних показників: гіпсо-

метричної карти, карти крутизни (рис. 23) і експозицій схилів (рис. 24), а на їх основі і карт ерозійної небезпеки, напрямків поверхневого стоку, геохімічної міграції елементів, стійкості ландшафтів і т. п.

Створена модель дозволяє зробити просторову оцінку розповсюдження потенційно небезпечних в ерозійному сенсі регіонів Чугуївського району. Як показує модель, північно-західна, крайня східна і південно-східна частини району мають найбільше значення кутів нахилу. Саме ці території по можливості необхідно виводити із сільськогосподарського використання заради збереження природних ґрунтів і запобігання розвитку ерозійних процесів.

Класифікація земель здійснюється з урахуванням видів їхнього використання й характеристики. При розробці класифікацій землекористування перевагу віддають специфічним для галузей народного господарства видам впливу на землі. Також повинні бути класифіковані заходи щодо охорони ґрунтів від несприятливих впливів. Ця класифікація повинна враховувати ґрунтово-кліматичні й інші умови, специфічні для даної місцевості, характер використання ґрунтів (орні, лісові та ін.), здатність ґрунту до самоочищення та ціла низка інших факторів, що впливають на стан ґрунтів[64]. Для кожного з названих природних компонентів агроландшафту створюються картографічні твори (рис. 25).

Під категорією «чутливість» у ландшафтному плануванні розуміють здатність даного природного компонента змінювати свої властивості і динамічні характеристики під впливом господарської діяльності людини.

Чутливість ґрунтів визначається зазвичай по відношенню до потенційної можливості розвитку водної та вітрової ерозії під впливом різних антропогенних навантажень. Ці процеси проявляються в результаті порушення агротехнічних прийомів обробітку ґрунту або неправильного вибору агротехніки. Для несільськогосподарських та лісових земель порушення ґрунтового покриву виникає в результаті надмірної рекреації, лісових пожеж, зведення лісу, перевипасу і т. д. Основним критерієм чутливості ґрунтів рекомендується вважати ступінь впливу природних сучасних екзогенних, ґрунторуйнівних процесів.

Ступінь чутливості ґрунтів встановлюється, як правило, в трьох якісних градаціях (Дроздов, 2006):

- високий ступінь чутливості встановлюється в тих випадках, коли екзогенні процеси повністю здатні зруйнувати природну структуру ґрунтів або знищити їх зовсім (повне руйнування ґрунтів можливе при активному розвитку зсувних, обвальних, еолових, схилових водно-ерозійних та інших процесів);

[64] Полупан М. І. Природний механізм захисту схилових ґрунтів від водної ерозії / М. І. Полупан, С. А. Балюк, В. Б. Соловей та ін.; за ред. М. І. Полупана. – К. : Фенікс, 2011. – 144 с.

- середній ступінь чутливості ґрунтів встановлюється в тих випадках, коли можуть відбуватися часткові зміни їх структури та елементів;

- низький ступінь чутливості ґрунтів до дії екзогенних процесів встановлюється при збереженні ними своєї природної структури та функціонування, родючості й інших властивостей під впливом цих процесів.

Чутливість ґрунтів для територій, схильних до антропогенного забруднення, рекомендується оцінювати за відомими методиками, розробленими М. А. Глазовською зі співавторами[65].

Чутливість території до зміни гідрологічної ситуації рекомендується визначати на основі оцінки схилорегулюючого потенціалу території. Окремо оцінюється чутливість території на схилах водозборів і чутливість заплавно-долинних комплексів.

Чутливість території на схилах водозборів розглядається як можливість реалізації процесів поповнення динамічних запасів вологи і басейнового регулювання водної передачі, що забезпечує стік річок у меженний період. Територія, яка має високу регулюючу здатність, володіє низькою чутливістю.

Це регулювання в природних умовах здійснюється за певних поєднань вологоємності верхньої ґрунтової товщі і проникності (інфільтрації) підстилаючих порід і залежить від їх механічного складу. Вологопередачу при цьому визначають ухили місцевості, які змінюють інтенсивність ґрунтового стоку.

Критеріями визначення чутливості ґрунту до водної ерозії є кут нахилу поверхні та гранулометричний склад верхнього горизонту (рис. 26).

В межах інвентаризаційного етапу ЛП проводиться збір та узагальнення всієї доступної інформації стосовно природного середовища території, її соціально-економічних умов, структури й особливостей землекористування, а також виявлення основних *конфліктів природокористування* в контексті аналізу екологічних проблем агроландшафтів.

Одним із напрямків ландшафтного планування є *проектування і конструювання стійких агроландшафтів* (рис. 30). Стійкість агровиробництва ґрунтується на застосуванні ландшафтної, адаптивної, ресурсозберігаючої і прецизійної (точної) систем землеробства і біологізмваного кормовиробництва в різних за природним складом агроландшафтах.

Під *проектуванням* розуміємо виділення на сільськогосподарських територіях агроландшафтів і агромасивів як системи земель, що мають достатній потенціал родючості та можливостей збільшення їх продуктивності за допомогою біологічних способів відновлення родючості ґрунтів,

[65] Глазовская М. А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям : методическое пособие / М. А. Глазовская. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. – 102 с.

а також інших прийомів і методів, що позитивно впливають на екологічний стан агроекосистем.

Конструювання передбачає організацію системи земель для агровиробництва і керування продукційним процесом за допомогою аграрних технологій землеробства і кормовиробництва (вирощування кормових культур на ріллі, сінокосах і пасовищах).

До *проектування* відноситься *агроландшафтне й агроекологічне картографування*. *Конструювання агроландшафтів* передбачає створення спеціальних *тематичних карт* (функціональне зонування аграрних територій) для застосування підсистем землеробства і кормовиробництва – обробітку ґрунту, сівозмін, добрив, засобів захисту рослин, машин, знарядь і збирання врожаю.

Більшість екологічних проблем виникають у процесі природокористування й існують в результаті зіткнення інтересів природокористувачів, за відсутності ефективних практик врегулювання і неусвідомленності населенням можливих їх негативних наслідків.

Вивчення ландшафтної структури і фізико-географічного районування є необхідною умовою складання проекту ландшафтного планування, оскільки дозволяє виявити мало порушені природні території, які мають велике значення для підтримки екологічного балансу (А. Г. Ісаченко 1980).

Конфлікт у природокористуванні – це ситуація, зумовлена такою діяльністю людини, яка призводить до порушення нормативно встановленого стану навколишнього середовища, перешкоджає його розвитку в цілому. Конфлікти природокористування – це складне системне явище, але для цілей ландшафтного планування важливо в першу чергу виявляти їх екологічні аспекти, відображаючи їх на спеціальних картах. У конфліктології екологічні аспекти конфліктів в цілому проаналізовані досить різнобічно. Однак картам екологічних конфліктів приділяється порівняно мало уваги. Більшість дослідників вивчають зв'язок конфліктів з політикою, економікою і культурою, а також способи управління конфліктними ситуаціями та шляхи пошуку компромісів[66].

У конфліктології екологічні аспекти конфліктів в цілому проаналізовані досить різнобічно. Однак картам екологічних конфліктів приділяється порівняно мало уваги.

Найбільше дослідників цікавлять зв'язки конфліктів з політикою, економікою і культурою, а також способи управління конфліктними ситуаціями та шляхи пошуку компромісів.

---

[66] Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии / А. В. Дроздов, Н. А. Алексеенко, А. Н. Антипов, О. В. Гагаринова. – М. : Т-во науч. зданий КМК, 2006. – С. 77–79.

У роботах із систематизації властивостей екологічно значущих конфліктів можна виділити чотири основні напрями.

1. Типовим підходом до систематизації територіальних особливостей конфліктів природокористування є їх розгляд в межах земельних угідь або ареалів різних типів природокористування, рідше – в межах ландшафтів та екологічних регіонів.

2. За походженням конфлікти поділяють на етнополітичні, ресурсні, зумовлені міграціями людей та зумовлені глобальними змінами навколишнього середовища, за масштабами прояву – глобальні, регіональні, національні та локальні.

3. Аналізуючи зв'язок силових конфліктів з особливостями навколишнього середовища і ресурсною забезпеченістю, дослідники зазвичай прагнуть визначити, які типи ресурсів виявляються при цьому найбільш значущими і якою може бути їхня силова роль в різних ситуаціях.

4. Характерним напрямком аналізу конфліктів є розгляд їх правового аспекту. Серед робіт такого типу останнім часом нерідко зустрічаються і досить поширені, але і досить специфічні, присвячені етичним і одночасно правовим оцінкам впливу людини па природу.

Враховуючи різні аспекти, прояви конфліктних ситуацій у природокористуванні, відображати на картах доцільно їх наступні властивості (табл. 2).

Таким чином, вирішення конфліктів за методиками ландшафтного планування передбачає врахування таких підходів, як інтенсивний, просторовий і екологічний, залежно від ситуації, можливостей, намірів учасників проекту.

З урахуванням завдань, які вирішуються при ландшафтному плануванні, інтерес становить відображення всього різноманіття властивостей конфліктних ситуацій, позначених в табл. 2.

Важливо при цьому охарактеризувати властивості конфлікту в кількісних або якісних показниках, що дозволяють виявити і відобразити на картах ареали їх прояву. Основним змістом такої карти або декількох взаємопов'язаних карт мають бути саме виявлення ареалів конфліктів, а також їх типологія, чинники виникнення та учасники, а якщо можливо, то і наслідки конфліктів.

При цьому виникає необхідність у створенні як інвентаризаційних, так і аналітичних карт. Інвентаризаційні карти необхідні для систематизації ситуацій, аналітичні – для пошуку важелів впливу на обставини, які породжують конфлікти.

Таблиця 2

Типізація характеристик конфліктів природокористування для цілей картографування

Класифікаційна ознака	***Варіанти характеристик***
Джерело / суб'єкт конфлікту	Промисловість, лісове господарство, транспорт, туристи та ін.
Об'єкт конфлікту	Лісові масиви, луги, ріллі, водойми та ін.
Зміст	Вирубка, розорювання, забруднення та ін.
Форма	Точковий, лінійно-мережевий, площинний
Ступінь складності	Моноконфлікт, парний, множинний
Прояв	Потенційний, реально існуючий
Динаміка	Наростаюча, стабільна, спадаюча
Тривалість розвитку	Тривалі і короткочасні, безперервні й імпульсні, сезонні та річні
Інтенсивність	Слабка, помірна, сильна
Характер кордонів	Чіткий, невизначений

Для систематизації конфліктів зручна матрична форма. По горизонталі розташовують види природокористування, які «шкодять» природі, по вертикалі необхідно дати назви ландшафтів, що потерпають від цього, в клітинах матриці показують властивості конфліктів. Доцільно створювати ***матриці конфліктів*** трьох видів залежно від змісту клітинок перетину:

- матриця *наявності* конфлікту (відмічається знаком «+») (приклад в табл. 3);
- матриця *інтенсивності* конфлікту (характеризується як низька, середня чи висока) (приклад в табл. 4);
- матриця *суті* конфлікту (надається коротка інформація про конфлікт (приклад в табл. 5).

З усіх властивостей конфліктів найбільш складною для оцінки є їх інтенсивність. Як правило, вона визначається в кожному конкретному випадку експертно. Наприклад, можна привести оцінку конфліктів в національному парку Угра, розроблену А. В. Дроздовим зі співавторами.

Гострота конфліктів описувалася там трьома станами: низька (наприклад, збір грибів та ягід), середня (наприклад, вирубка в лісі або розорювання заплави) і висока (наприклад, розробка кар'єру для видобутку піску або гравію, забудова поза встановлених меж населених пунктів).

Таблиця 3

Приклад матриці наявності конфлікту

Об'єкти / *Ландшафти*	Шляхи сполучення							
	Залізниці	Автодороги з твердим покриттям	Ґрунтові дороги	Удосконалені ґрунтові дороги	Польові та лісові дороги	Осі вулиць	Трубо-проводи	Квартальні просіки
Сільсько-господарські	-	-	+	-	+	-	-	-
Лісогосподарські	-	+	+	-	+	-	+	+

Промислові	-	-	-	-	-	-	+	-
Ландшафти поселень	-	-	-	-	+	-	+	-
Рекреаційні	-	-	-	-	-	-	-	-
Заповідні	-	-	+	-	+	-	+	-
Водогосподарські	-	-	-	-	-	-	-	-
Ті, що не використовуються в даний час	-	-	-	-	-	-	-	-

Підставами для віднесення конкретних ситуацій до однієї із зазначених градацій були такі міркування:

• *високоінтенсивними* можна вважати конфлікти, що серйозно загрожують чисельності видів, включених до Червоні книги, а також призводять до незворотних порушень ландшафтів, які охороняються;

• *середні за інтенсивністю* – конфлікти, що істотно порушують нормальний стан і функціонування декількох компонентів ландшафту, але не призводять до його незворотних змін, при цьому на відновлення нормальних властивостей цих компонентів потрібно 30–50 років;

• *низькоінтенсивними* можна вважати конфлікти, що порушують стан одного з компонентів ландшафту і не призводять до його незворотних змін, при цьому на відновлення нормальних властивостей компонента потрібно тільки кілька років.

Зміст карт конфліктів істотно залежить від обраного масштабу відображення. Досвід свідчить, що при розробці рамкових і великомасштабних ландшафтних планів доцільно складати як мінімум дві карти: інвентаризаційну й аналітичну. На першій з них вдається відобразити локалізацію конкретних конфліктів, їх джерела, які поставлені («страждаючі») об'єкти, зміст конфліктів і деякі особливості їх динаміки. Ця карта повинна складатися, можливо, в більшому масштабі. На другій карті, яку можна складати в більш дрібному масштабі, вдається відобразити ареали з характерними сполученнями конфліктів та їх інтенсивність.

При розробці ландшафтної програми відображати всі можливі характеристики конфліктів недоцільно, оскільки в цьому масштабі в основному виявляються й оцінюються конфлікти більш високого рангу, нерідко стосуються відразу кількох ресурсів і діють тривалий час. У масштабі ландшафтної програми рекомендується складати карту конфліктів, яка об'єднує зміст інвентаризаційної та аналітичної.

Наприклад, в легенді карти для території всієї Калузької області виділено три основних типи конфліктів:

1) конфлікти між нормативною якістю та станом навколишнього середовища;

2) конфлікти між різними галузями і цілями природокористування;

3) конфлікти з місцевим населенням через плани будівництва конкретних об'єктів.

Деякі з цих типів розділені додатково за інтенсивністю і характером прояву, вказані також деякі джерела конфліктів і об'єкти або території, що потерпають від впливу забруднень.

У межах робіт з ландшафтного планування типи та інтенсивність конфліктів повинні в ході подальших процедур зіставлятися із незалежно встановленими значущістю і чутливістю біотопів, ґрунтів та інших природних об'єктів. Цілі розвитку природокористування на аналізованій території, заходи щодо їх реалізації та інші рекомендації ландшафтних планів можуть бути розроблені більш повно й обґрунтовано саме в такому контексті.

Таблиця 4

Приклад матриці інтенсивності конфлікту

Об'єкти / Ландшафти	Сільськогосподарські										Населені пункти		
	Пасовища	Ферми	Дачні ділянки	Сади	Плантації	Городи	Сіножаті	Рілля	Луки	Присадибні ділянки	Міста	СМТ	Села
Сільсько-господарські	-	-	-	Середня	-	Низька	Середня	-	-	-	-	-	Висока
Лісо-господарські	Низька	-	-	-	-	-	-	-	-	Низька	Середня	-	-
Промислові	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Висока
Ландшафти поселень	-	-	-	Висока	-	-	Середня	-	-	-	Висока	-	Висока
Рекреаційні	Низька	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Низька	-
Заповідні	-	-	-	-	Низька	-	Середня	-	-	-	-	-	Висока
Водо-господарські	-	Висока	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Висока
Ті, що не використовуються в даний час	-	-	Висока	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 5

Приклад матриці суті конфлікту

Об'єкти / Ландшафти	Водойми		Місцеві жителі	Рекреанти	Будівлі господарські та адміністративні	Яри	Заповідні території
	Річки	Озера, ставки, болота					
Сільсько-господарські	Засмічення берегів	Засмічення берегів	Засмічення с/г угідь	-	-	-	Незначна перешкода для міграції тварин та рослин
Лісогосподарські	Порушення режиму росту рослин	Порушення режиму росту рослин	Збір грибів та ягід	Розведення вогнищ, засмічення лісу	Забудова	Ерозія	Лісогосподарські заходи
Промислові	-	-	-	-	-	-	Звалища
Ландшафти поселень	-	-	-	-	Забудова	-	Забудова, засмічення лісових ділянок
Рекреаційні	-	-	-	-	-	-	-
Заповідні	-	-	Збір грибів та ягід, розведення вогнищ, засмічення	Розведення вогнищ, засмічення лісових ділянок	Забудова	Ерозія	-
Водогосподарські	-	-	-	Засмічення берегів	-	-	-
Ті, що не використовуються в даний час	-	-	-	-	-	-	-

Склад легенди для карти – це результат творчого підходу кожного дослідника, але є наука загальних рекомендацій.

При нанесенні конфліктних ареалів доцільно їх об’єднати у 3 групи за особливостями джерел конфлікту і розповсюдження їх наслідків.

1. *З площинними конфліктами*.

Для позначення конфлікту, що утворюються внаслідок впливу на певну територію. На карті використовуються контури з номерами, тлумачення яких міститься у легенді (локалізація, винуватці/збудники конфлікту, прояви конфлікту (порушення).

Наприклад:

а) лісові масиви під впливом лісопромислових та інших підприємств, місцевих жителів, рекреантів; наявність незаконних рубки, полювання, збору дикоросів і розкопок («чорні слідопити»), багаття, в'їзду на машинах, витоптування, засмічення;

б) заплавні ландшафти, на які впливає сільське господарство, у т. ч. розорювання заплав, випалювання, перевипас, кинуті поливні установки;

в) водогосподарські ландшафти, на які впливають місцеві жителі і рекреанти, браконьєрський вилов риби, багаття, в'їзд на машинах, витоптування, засмічення;

г) селітебні ландшафти, на які впливає комунальне господарство та промисловість, створюючи незаконні звалища, скидання неочищених стоків і повітряні викиди;

д) навколоселбищні землі під впливом місцевих жителів та приїжджих власників придбаних земельних ділянок з хаотичною забудовою поза межами населених пунктів;

е) кар'єри, де є втрата природних лісових і лучних, а також сільськогосподарських угідь, забруднення надр, ґрунтів, іноді ґрунтових вод, спотворення зовнішнього вигляду ландшафту;

2. *З точковими конфліктами.*

Для позначення конфлікту, що утворюються внаслідок впливу конкретного об’єкту на прилеглу територію, або існування об’єкту створює конфліктну ситуацію на певній території. На карті використовуються контури зі значками, тлумачення яких міститься у легенді (об’єкти комунального господарства та промисловості; стихійне руйнування покинутих будівель; об’єкти історико-культурної спадщини; несанкціоновані поховання на території законсервованого скотомогильника; місця розташування археологічних пам'яток; несанкціоновані розкопки тощо).

3. *З лінійними конфліктами.*

Для позначення конфліктів, що утворюються внаслідок впливу на певну територію лінійних об’єктів (будівництво доріг, газопроводів, ліній електропередач річки тощо).

Поза межами робіт з ландшафтного планування карти конфліктних ситуацій вельми важливі самі по собі. Вони можуть бути доповнені оцінками наслідків виявлених конфліктів і служити корисним джерелом інформації для розробки пропозицій щодо заходів їх пом'якшення або усунення.

Оптимізацію ландшафтних систем доцільно розуміти як реалізацію обраного з багатьох можливих найдоцільнішого варіанта науково обґрунтованих заходів, який забезпечує створення найширших умов тривалого та стійкого використання географічним ландшафтом єдності соціально-економічних, екологічних і природоохоронних функцій. Вона поєднує технологічно досконале, економічно вигідне та розраховане на перспективу раціональне використання природних ресурсів, захист ландшафтів від техногенних процесів на основі меліорації, збереження генофонду й цінних природно-заповідних територій.

Тобто оптимізувати необхідно не природне середовище, а суспільну діяльність у ньому. При цьому сама оптимізація відзначається наявністю чітких екологічних рис, які проявляються у функціональній залежності об’єктів господарювання, рекреаційних об’єктів або антропогенно модифікованих територіальних систем від властивостей навколишнього середовища.

Планування оптимізаційних заходів ґрунтується на його комплексності, врахуванні всіх взаємопов’язаних напрямків, виділенні пріоритетних з них. При цьому просторова інтерпретація заходів здійснюється на ландшафтній основі, що забезпечує дотримання принципу гомогенності як антропогенних модифікацій (навантажень), так і реакції територіальних систем на них (рис. 32).

Раціональне землекористування в сільському господарстві включає правильну організацію користування територією, формування культурного агроландшафту. Екстенсивне землеробство призвело до розорювання лучних земель, аж до зрізів русел рік, спадистих і крутих схилів, на яких повинні рости ліси, чагарники і трави. У кожному конкретному районі повинно бути своє, науково обґрунтоване співвідношення між полем, лісом, луками, болотами, водоймищами, що дасть найвищий господарський ефект і збереже навколишнє середовище.

Важливим напрямком є також організація і дотримання польових, кормових, протиерозійних та інших сівозмін. Необхідно оптимізувати розмір полів у сівозмінах, оскільки вони у нас часто завеликі. Поля сівозмін потрібно нарізати за контурами ґрунтових відмін, а не розбивати різноґрунтові ділянки на правильні прямокутники з метою полегшення механізованого обробітку. Адже кожна ґрунтова відміна дозріває для

обробки в певний час і потребує різних форм обробітку, різних норм та сортів гною, добрив, вапна та гіпсу.

Для того щоб зберегти фізичні властивості ґрунтів – структуру, пористість, оптимальний водно-повітряний режим, – потрібно різко скоротити повторність обробітку ґрунтів, перейти на прогресивні та ефективні його форми, легкі машини і механізми.

Найважливішим заходом збереження ґрунтів є правильне формування культурного агроландшафту. У кожній екосистемі має бути своє, науково обґрунтоване співвідношення між полем, лісом, луками, болотами, водоймами. Це дасть найвищий господарський ефект і збереже довкілля.

Не менш важливою справою є організація і дотримання польових, кормових та інших сівозмін.

Зберегти ґрунт допоможуть і перехід на прогресивні форми обробітку землі, ефективні та легкі машини й механізми, скорочення повторного обробітку ґрунту, перехід на безплужний обробіток.

Впровадження поряд із ультрахімізованим методом господарювання органічного (біологічного) землеробства без застосування отрутохімікатів і хімічних мінеральних добрив.

Органічне землеробство базується на використанні органічних добрив, насамперед гною, торфу, сапропелів, що постійно збільшує у ґрунті вміст гумусу – основи основ його родючості.

При органічному (біологічному) землеробстві спершу врожаї дещо нижчі (на 10–20 %), але його продукція цінується на світовому ринку значно дорожче, ніж та, що вирощена із застосуванням міндобрив та отрутохімікатів.

На кращих за якістю ґрунтах, умовах рельєфу і при розміщенні орних земель *першої технологічної групи* на схилах до 3 градусів, з нееродованими і слабоеродованими ґрунтами, проектують польові сівозміни. В цих сівозмінах розміщують технічні, зернові та кормові культури, не розміщені в інших сівозмінах. В умовах вираженого рельєфу місцевості і розвиненої ерозії ґрунтів в багатьох випадках доцільно передбачати диференційоване розміщення цих культур у двох польових сівозмінах з урахуванням особливостей рельєфу і загрози розвитку ерозії ґрунтів.

До складу *другої технологічної групи* входять орні землі, розміщені на схилах 3–5 ° з перевагою середньозмитих ґрунтів. На землях цієї групи проектуються ґрунтозахисні зерно-трав'яні сівозміни без просапних культур. На середньо- і сильноеродованих землях, а також на слабоеродованих, розміщених на схилах більше 3°, які є сильно ерозійно небезпечними, проектують ґрунтозахисні сівозміни.

Третя технологічна група об'єднала орні землі, розміщені на схилах більше 5°. Їх використовують під ґрунтозахисні травопільні сівозміни або під залуження.

На схилах рекомендується також смугове розміщення культур, що обов'язково відображається на схемі чергування культур сівозміни, та буферні смуги із багаторічних трав, що створюються в полях на період розміщення в них парів і просапних культур.

1.4.2. Принципи ландшафтно-екологічного планування в організації екологічної мережі

В даний час однією з найважливіших проблем екології та охорони довкілля є створення екологічної мережі. Відповідно до Всеєвропейської стратегії збереження біологічного і ландшафтного різноманіття Пан'європейська екологічна мережа (ПЕЕМ) повинна охопити Європу, Туреччину та Ізраїль[67]. У 1997 році за підтримки комітетів експертів ради Європи з екологічних мереж і Міжнародної спілки охорони природи була створена робоча група з екологічної мережі (далі екомережа) Північної Євразії. Головною функцією екомережі визначена підтримка біорізноманіття як одного з тих елементів, що забезпечують екологічну стабільність території і запобігають деградації ландшафтів. Для цього екомережа має бути системою взаємопов'язаних територій, що охороняються, різних за своїми функціями і режимами природокористування.

Національна екологічна мережа, у свою чергу, є складовою формування Всеєвропейської екологічної мережі як єдиної просторової (континентальної) системи територій країн Європи з природним або частково зміненим станом ландшафту.

Процес формування національної екологічної мережі полягає у збереженні, розширенні, відновленні та охороні єдиної системи територій із природним станом ландшафту й інших природних комплексів і унікальних територій, у створенні на їх основі природних об'єктів, які підлягають особливій охороні, що сприяє зменшенню, запобіганню та ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереженню природних ресурсів, генетичного фонду живої природи і досягненню етноландшафтної рівноваги.

Такий процес здійснюється на підставі Загальнодержавної програми формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки (далі Програма), прийнятої постановою Верховної Ради України і введеної в дію відповідним законом України від 21 вересня 2000 р. № 1989-Ш.

Основною метою Програми формування національної екологічної мережі є збільшення площі земель країни з природними ландшафтами до рівня, достатнього для збереження їхнього різноманіття, близького до притаманного їм природного стану, та формування їхньої територіально

---

[67] Всеєвропейська екологічна мережа [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ecnc.nl/doc/lynx

єдиної системи, побудованої відповідно до забезпечення можливості природних шляхів міграції та поширення видів рослин і тварин, яка б забезпечувала збереження природних екосистем, видів рослинного і тваринного світу та їх популяцій. При цьому національна екологічна мережа має відповідати вимогам щодо її функціонування у Всеєвропейській екологічній мережі та виконувати провідні функції щодо збереження біологічного різноманіття. Крім того, Програма має сприяти збалансованому й невиснажливому використанню біологічних ресурсів у господарській діяльності.

Формування екологічної мережі передбачає зміни в структурі земельного фонду країни через віднесення (на підставі обґрунтування екологічної необхідності (безпеки) та економічної доцільності) частини земель господарського використання до категорій, що підлягають особливій охороні з відновленням притаманного їм різноманіття природних ландшафтів. Це фактично загальнодержавний механізм досягнення гармонійного співіснування суспільства і природи в її територіальному і біотичному різноманітті.

Детальному аналізу формування і розвитку екомереж присвячені праці Т. Л. Андрієнка, В. Т. Гриневецького, М. Д. Гродзинського, Б. М. Данилишина, Г. Б. Марушевського, Я. І.Мовчана, С. М. Стойка, К. М. Ситника, Л. П. Царика, Ю. Р. Шеляг-Сосонка, П. Г. Шищенка та інших.

Складовими структурними елементами регіональної екологічної мережі, які обґрунтовані у програмі формування національної екологічної мережі на 2002–2015 рр., є[68]:

1) території та об'єкти природно-заповідного фонду як основні природні елементи екологічної мережі, а саме: національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники (ландшафтні, лісові, ботанічні, загальнозоологічні, орнітологічні, ентомологічні, іхтіологічні, гідрологічні, загальногеологічні, палеонтологічні та карстово-спелеологічні), пам'ятки природи, заповідні урочища, а також їх охоронні зони; штучно створені об'єкти (дендрологічні парки, парки – пам'ятки садово-паркового мистецтва);

2) водні об'єкти (озера, водосховища, річки), водно-болотні угіддя, водоохоронні зони, прибережні захисні смуги, смуги відведення, берегові смуги водних шляхів і зони санітарної охорони, що утворюють відповідні басейнові системи;

3) ліси першої групи;

4) курортні та лікувально-оздоровчі території з їх природними ресурсами;

---

[68] Програма формування національної екологічної мережі в Харківській області на 2002–2015 р. // II сесія XXIV скликання від 21 травня 2002 р. – 35 с.

5) рекреаційні території для організації масового відпочинку населення і туризму;

6) інші природні території (ділянки степової рослинності, луки, пасовища, кам'яні розсипи, піски, солончаки тощо);

7) земельні ділянки, на яких зростають природні рослинні угруповання, занесені до Зеленої книги України та списку рідкісних рослинних угруповань Харківщини;

8) земельні ділянки, які є місцями перебування чи зростання видів тварин і рослин, занесених до Червоної книги України та списку видів рослин і тварин, що потребують особливої охорони в Харківській області;

9) частково землі сільськогосподарського призначення екстенсивного використання – пасовища, луки, сіножаті тощо (рис. 33).

Враховуючи розвиток концептуальних основ екомережі в руслі міжнародної стратегії узгодженого розвитку, слід зазначити вагомий внесок науковців в обґрунтування його географічних аспектів: Л. Г. Руденка (1999, 2001), І. О. Горленко (2001), Н. Р. Малишевої, В. І. Олещенка (2001), В. М. Пащенка (2000), О. Г. Топчієва (2004). Тут перспективними дослідженнями є бачення ландшафтного каркаса екомереж, геоекомплексного й геокомпонентного наповнення природних ядер та екологічних коридорів, буферних зон, територій ренатуралізації.

Найважливішим і водночас складним завданням формування екомережі є просторова організація антропогенно трансформованих ландшафтів – агроландшафтів. Це докорінно змінені людиною ландшафти із переважанням у структурі угідь орних земель, значною строкатістю елементів територіальної структури і порушеними речовинно-енергетичними потоками. З огляду на це, необхідна регульована реконструкція й оптимізація агроландшафтів із наближенням їхньої просторової структури і речовинно-енергетичного обміну до рівня природних ландшафтів з урахуванням двох системно-екологічних рівнів – ландшафтного і водозбірного.

Екологічна мережа формується також завдяки природно-відновним територіям – залишкам первинних або вторинних екосистем із певним потенціалом видів. Природно-відновні території необхідно створювати і в сільськогосподарських ландшафтах шляхом ренатуралізації (консервації) орних земель, передусім, еродованих, пасовищ, луків тощо.

Створення регіональної екологічної мережі дає змогу об'єднати у цілісну систему землі природно-заповідного фонду, інші природні та напівприродні території; забезпечити збереження, відтворення і не виснажливе використання природних ресурсів, біологічного і ландшафтного різноманіття, уникнути втрат генофонду; підвищити стійкість ландшафтів до антропогенних навантажень, відновити саморегулювальну і самовідновну здатність природних екосистем; забезпечити позитивні

зміни стану довкілля, сформувати екологічно безпечне середовище життєдіяльності людей; поліпшити гідрологічний режим річок, запобігти ерозії ґрунтів, поліпшити якість природних вод; розширити придатні для рекреаційного використання території, забезпечити розвиток збалансованого туризму.

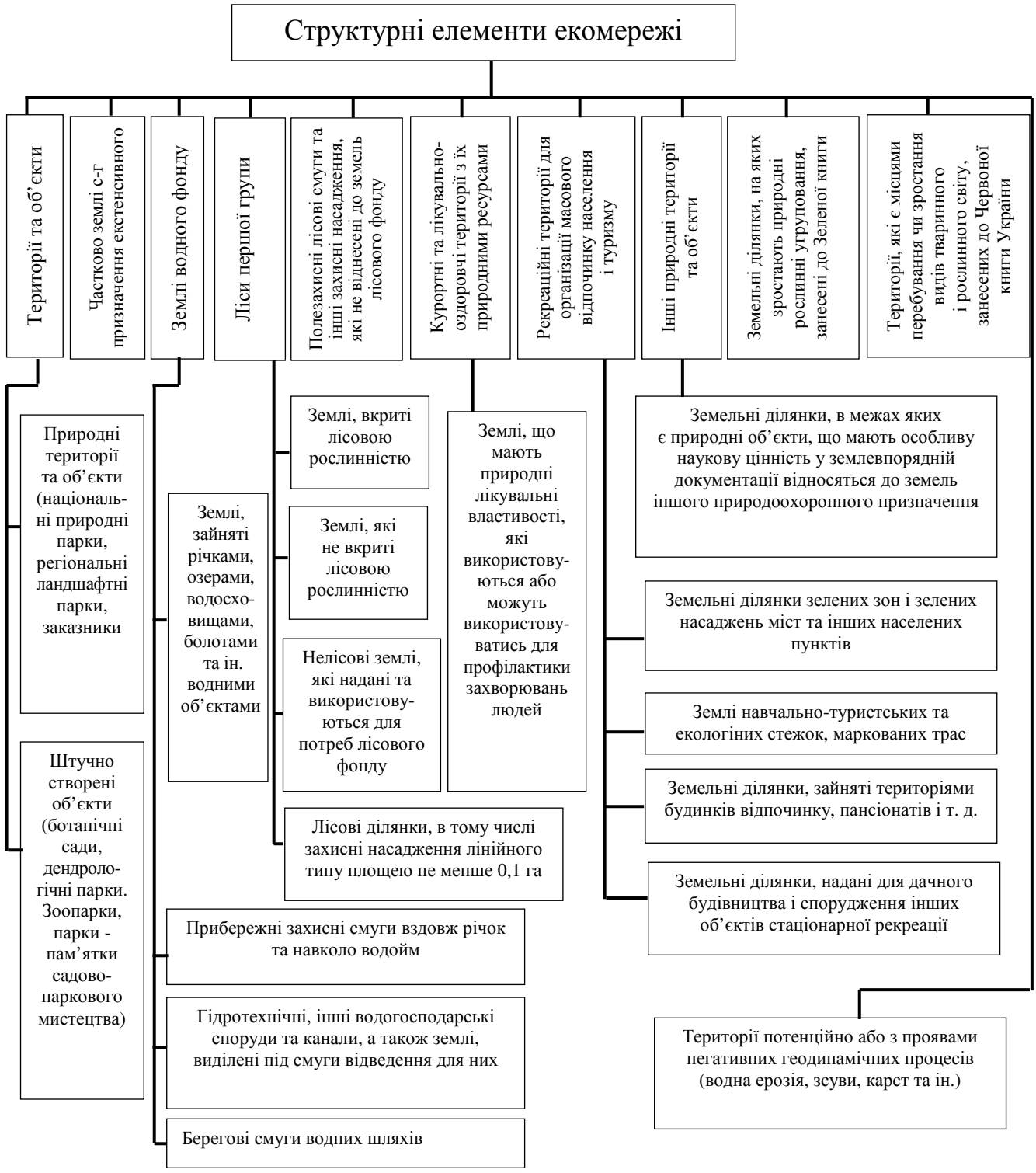


Рис. 33. **Структурні елементи екологічної мережі**

На думку Л. П. Царика (2004–2008), території та об’єкти природно-заповідного фонду виступають основою функціональної і територіальної структур перспективної екологічної мережі. В розвитку мережі територій і об’єктів природно-заповідного фонду він виділяє низку періодів, відмінних за своїм функціональним призначенням. Як вважає Л. П. Царик, у 60-ті – на початку 70-х років XX століття відбулось становлення основних пам’яток природи як прообразів майбутніх основних природоохоронних територій та об’єктів. 70–80-ті роки XX століття характеризуються наповненням функціонально-просторової структури ПЗФ, формуванням вузлових структурних елементів природно-заповідної мережі. Період з 1990 року до наших днів знаменує собою поворот до формування цілісної, функціонально-завершеної, соціально спрямованої мережі територій та об’єктів ПЗФ.

Ключовою вимогою в екологічній мережі є забезпечення можливості вільного пересування представників тваринного світу. Концепція екологічної мережі також надає інструмент для екологічного дизайну, який полегшує взаємодію з іншими видами землекористування. Залежно від просторових масштабів, створення екологічної мережі може значно відрізнятися, тому екологічні мережі можуть бути визначені на континентальних, регіональних ландшафтних та місцевому рівнях. Формування екологічної мережі регіонів необхідне для забезпечення відтворення природних ресурсів і генофонду, регулювання функціонування екосистем, збереження біорізноманіття та їх оптимального розвитку.

Принцип формування екологічних мереж полягає в тому, щоб уникнути негативних наслідків роздрібнення природних територій шляхом забезпечення екологічних зв'язків між ними. Екологічна мережа складається з наступних основних функціональних компонентів (структурних елементів екомережі – територій, що відрізняються за своїми функціями):

- Ключові території (coreareas), що забезпечують оптимально досяжні якість і кількість екологічного простору для збереження найбільш важливих природних об'єктів.

- Транзитні території, що забезпечують зв'язок між ключовими територіями через лінійні елементи ландшафту («коридори» – corridors), фрагменти місцеперебувань («острівці» – stepping stones) або сполучний ландшафт (landscape matrix).

- Буферні території («буферні зони» – bufferzones), що захищають ключові та транзитні території від потенційно небезпечних зовнішніх впливів.

- Ділянки екологічної реставрації (restoration zones), що виділяються для відновлення того чи іншого функціонального компонента екологічної мережі.

Ключові території забезпечують збереження найцінніших і типових для конкретного регіону компонентів ландшафтного й біорізноманіття. Сполучні території (екокоридори) поєднують між собою ключові території, забезпечують міграцію тварин та обмін генетичного матеріалу. Буферні території забезпечують захист ключових і сполучних територій від зовнішніх впливів. Відновлювані території забезпечують формування просторової цілісності екомережі і є територіями, для яких мають бути виконані першочергові заходи щодо відтворення первинного природного стану.

При проектуванні екомережі визначають, які саме території будуть ключовими, які екокоридори будуть їх поєднувати, які території можуть бути буферними зонами та відновлюваними територіями для забезпечення сталості створеної мережі. При цьому необхідно враховувати загальний стан природного рослинного покриву і тваринного світу регіону. Для регіонів, де природний рослинний покрив майже повністю знищений, кожна ділянка з рослинністю, близькою до природної, повинна бути включеною до екомережі і вибір ключових територій може здійснюватися з урахуванням не тільки сучасного стану біоти, але і можливостей її відновлення в майбутньому.

Позитивним прикладом розбудови національної екомережі відзначаються *Нідерланди*[69], де її формування активно підтримується державою, а період, протягом якого планується завершити створення цілісної системи природоохоронних територій і заповідних об'єктів – розрахований на 30 років. У кінцевому результаті 700 тис. га або 17 % території країни отримає статус об'єктів, що входять до складу екомережі. З них права резерватів матиме 130 тис. га (18,6 %), а решту – становитимуть багатофункціональні об'єкти, тобто екокоридори, відновлювальні райони та буферні зони з численними національними парками і територіями ландшафтної спадщини тощо.

Як приклад розбудови регіональної екомережі можна назвати *Фландрію* – адміністративну одиницю *Бельгії,* в межах якої виділено чотири водно-болотні угіддя, що входять до реєстру Рамсарської угоди (0,7 % території Фландрії), 23 середовища існування у рамках Директиви Європейського союзу охорони птахів (7,4 %) та 40 середовищ існування, запропонованих до реєстру Євросоюзу. Отже, близько 9 % площі цієї природно-історичної частини Бельгії мають європейський та національний рівень захисту.

---

[69] Janssen J. A. M. Europese Natuur in Nederland / J. A. M. Janssen, J. H. J. Schaminйe, S. M. J. Brasseur, et.al. // Soorten van de Habitatrichtlijn. – KNNV, Utrecht, 2004. – 112 p.

Таким чином, екологічна мережа має на меті забезпечити фізичні умови, необхідні для виживання популяцій видів у ландшафті, що більш-менш широко використовується в господарській діяльності. Такі мережі вже існують у *США* та країнах Європи: *Німеччині, Іспанії, Англії, Нідерландах, Литві, Словаччині* та інших. Більшість з них включають три типи територій: заповідні ділянки, природовідновні і буферні території та екологічні коридори:

−заповідні території є наріжним каменем екологічної мережі, оскільки вони знаходяться у вузлах такої мережі;

−природовідновні території – це в основному території з первинно охоронними функціями: ізольовані залишки первинних або вторинних екосистем, які мають значення для збереження біорізноманіття (наприклад, території з природним розвитком та потенціалом стати заповідними територіями, або підтримуючими екокоридорами). Іноді вони служать як буферні зони для захисту заповідних ділянок від антропогенних порушень;

−екологічні коридори з'єднують між собою заповідні ділянки, а також природовідновні території.

Регіональні схеми екомережі та місцеві схеми екомережі розробляються з урахуванням вимог законів України «Про екологічну мережу України», «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки», «Про землеустрій», «Про місцеві державні адміністрації», «Про природно-заповідний фонд України», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про планування та забудову територій», «Про охорону земель», Водного, Лісового, Земельного кодексів України, інших актів законодавства України з питань формування екомережі та міжнародних договорів, згоду на обов'язковість яких надано Верховною Радою України.

Методичні рекомендації щодо розроблення регіональних та місцевих схем екомережі затверджені Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища від 13.11.2009 № 604[70].

Незважаючи на певні здобутки України у розв'язанні екологічних проблем, втілення урядових програм та дотримання норм законодавства про довкілля все ще є слабкими сторонами нашої держави. Одним із напрямів, які вимагають термінової розробки, є підготовка підґрунтя та втілення у життя механізмів, які б дозволили швидко й ефективно врахувати проблеми збереження біологічного та ландшафтного різноманіття при формуванні відомчих політик. Створення Національної екологічної мережі, яка буде складовою частиною Всеєвропейской екомережі, саме це має на меті.

[70] Методичні рекомендації щодо розроблення регіональних та місцевих схем екомережі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://necu.org.ua/met-rec-rozrobka-reg-ekomerezhi

Екологічна мережа забезпечує істотний внесок у збереження, відновлення та вивчення екосистем, біологічного та ландшафтного різноманіття, поновлюваних природних ресурсів, здорового середовища для життя теперішнього і майбутнього поколінь людей, стабілізації екологічної ситуації, екологічна просвіта населення, дослідження природних процесів, виконання міжнародних зобов'язань. Екологічні мережі регіонального й місцевого значення представлені природними парками, регіональними та місцевими заказниками, пам'ятками природи та ін.

Оптимізацію структури екомережі на ландшафтній основі слід розуміти як реалізацію вибраного з багатьох можливих науково обґрунтованих заходів найдоцільнішого варіанта, який забезпечує створення найширших умов тривалого та стійкого використання географічним ландшафтом єдності екологічних, природоохоронних і соціально-економічних функцій. Така оптимізація поєднує технологічно досконале, економічно вигідне та розраховане на перспективу раціональне вико ристання природних ресурсів, захист ландшафтів від техногенних процесів, збереження генофонду й цінних природно-заповідних територій.

Необхідність вивчення ландшафтів зумовлена тим, що усі елементи екологічної мережі повинні формуватись на їх основі, що є першочерговою передумовою. У зв'язку з цим важливо досліджувати ландшафт, використовуючи весь методологічний арсенал ландшафтознавства та спираючись на картографічний спосіб пізнання з застосуванням геоінформаційних технологій. Це дозволить сформулювати принципи ландшафтного обґрунтування розміщення елементів, які входять до складу мережі, підходів до її розбудови та розвитку, визначити основні конструктивно-географічні вимоги до організації території та початковий комплекс природоохоронних заходів.

Ступінь вивчення ландшафтів території кожної з областей України неоднакова, що, безумовно, гальмує процес проектування та розбудови мережі. Тому необхідно проводити додаткові ландшафтні дослідження й розробляти відповідний картографічний матеріал.

Для проведення даного етапу робіт використовуються загальнонаукові методи: спостереження (польові дослідження), аналізу та синтезу, формалізації, а також ГІС-картографічний метод.

На сьогодні найприйятнішим є ландшафтне картографування у масштабі 1: 100 000, яке дає основу для карт масштабу 1:200 000 і дрібніше. Саме воно є важливим методом пізнання особливостей природно-територіальних комплексів та узагальнення комплексних фізико-географічних матеріалів. Метою ландшафтного картографування у масштабі 1: 100 000 є оцінка репрезентативності ключових територій і особливостей позиційного розташування природно-територіальних комплексів та узагальнення комплексних фізико-географічних матеріалів.

Робота зі складання цифрової карти виконується послідовно, застосовуючи геоінформаційні технології камеральної обробки матеріалу, на базі ландшафтознавчих методологічних розробок А. А. Видиної, К. І. Геренчука, В. М. Гуцуляка, А. Г. Ісаченка, Г. Й. Марцинкевич, Г. П. Міллера, К. В. Пашканга та ін. Результатом є ландшафтна карта (приклад на рис. 34). Для візуалізації обґрунтування виділення територій, потенційного включення до екологічної мережі деякі вчені вважають за можливе застосування технологій географічних інформаційних систем (ГІС). У зв'язку з доступністю швидкої комп'ютерної обробки величезних масивів висотних даних стає реально здійсненним завдання створення максимально наближеної до дійсності цифрової моделі екомережі на основі цифрової моделі рельєфу (ЦМР).

ГІС-моделювання екомережі на основі ЦМР дає можливість швидкого створення серії тематичних карт найважливіших характеристик екологічної мережі, у т. ч. ландшафтної.

Під цифровою моделлю географічного об'єкта мають на увазі певну форму надання вихідних даних і спосіб їх структурного опису, що дозволяє «вираховувати» (відновлювати) об'єкт шляхом інтерполяції, апроксимації або екстраполяції[71].

Цифрові моделі рельєфу – це особливий вид тривимірних математичних моделей, що являє собою відображення рельєфу як реальних, так і абстрактних геополів (поверхонь). Методичні рекомендації і результати створення ЦМР знайшли відображення у низці наукових робіт. При цьому як рельєф поверхні у цифровій моделі можуть виступати, крім реального рельєфу, інші показники і характеристики: ландшафти, екологічні коридори тощо (рис. 35).

Використання ландшафтного планування як інструменту для збалансованої територіальної організації природокористування має низку переваг порівняно з багатьма іншими підходами і методами. По-перше, воно якнайповніше зважає на природну специфіку й унікальність ландшафтів, екологічну значущість його компонентів, динаміку і розвиток ландшафтів, по-друге, дозволяє максимально гармонійно вписувати господарську діяльність людини в природний ландшафт відповідно до його стійкості до антропогенних дій. І нарешті, по-третє, до процесу ухвалення планових рішень залучаються широкі верстви населення, що дозволяє погоджувати інтереси всіх землекористувачів.

У найбільш загальному вигляді схема ландшафтного планування включає теоретико-методичні основи (ландшафтний аналіз), критерії оцін-

[71] Новаковський Б. А. Цифровая картография: цифровые модели и электронные карты / Б. А. Новаковский, А. И. Прасолова, С. В. Прасолов. – М. : Изд-во МГУ, 2000. –116 с.

ки (ландшафтний діагноз і прогноз), планування заходів щодо раціонального використання території (рис. 36).

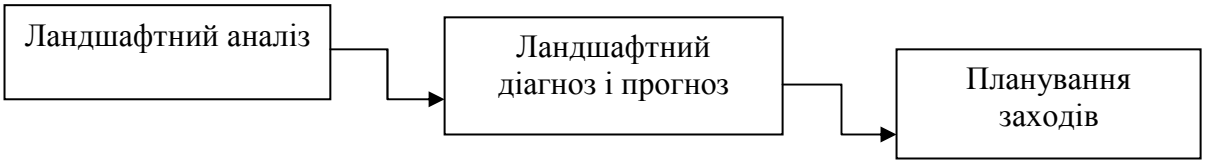


Рис. 36. **Схема ландшафтного планування**

Оскільки об’єкти ПЗФ – це ключові території, згідно з методикою ландшафтно-екологічного планування екологічної мережі, вони мають сполучатись між собою за допомогою екологічних коридорів. Екокоридори – просторові, витягнутої конфігурації структури, що пов'язують між собою природні ядра і включають існуюче біорізноманіття різного ступеня природності та середовища його існування, а також території, що підлягають ренатуралізації. Головною їх функцією є забезпечення підтримання процесів розмноження, обміну генофондом, міграції видів, поширення видів на суміжні території, переживання ними несприятливих умов, переховування, підтримання екологічної рівноваги. Функціональне призначення екокоридорів як шляхів міграції, колонізації та обміну генами через несприятливі умови здійснюється на різних географічних відстанях – від локальних до глобальних. Для великих і рухливих видів географічний масштаб, звичайно, – від регіональних до глобальних, а для невеликих або малорухливих видів – від локальних до регіональних, що визначає ранг екокоридорів. Форма коридорів може бути різною: від лінійної до витягнутої і від прямої до звивистої, чим також вони відрізняються від ядер, які і вказують на технологію їх створення. Необхідно, щоб вони включали максимальну кількість природних об'єктів, наслідували природні границі і були достатньо широкими для створення відповідних умов для різноманіття. Звичайно, вони суцільні, але можуть мати і неперервний характер.

Екокоридори, як і ключові території, мають різні ранги, а отже, і значення їх можуть бути взаємозамінюваними. Наприклад, природне ядро локального значення може виконувати функцію екокоридору регіонального значення і навпаки, частина екокоридору національного рангу може бути природним ядром регіонального рангу. Всеєвропейські або континентальні мають пов'язувати між собою природні ядра відповідного рангу. Такі екокоридори повинні характеризуватися багатством біорізноманіття, умов існування й еконіш. Вони є направляючими шляхами панміксії генів в масштабі континенту і міграційними шляхами на великі відстані. Це універсальні щодо функцій екокоридори, в яких фор-

муються більш оптимальні для існування і міграції видів умови, на відміну від екокоридорів нижчого рангу. Це можуть бути долини великих річок, підніжжя височин тощо. Виходячи з цього, ширина їх може бути не менше 15–20 км.

Екокоридори, що з'єднують ключові території ПЗФ за ієрархією, ми класифікували таким чином: міждержавного, національного, регіонального та локального рівня.

Міждержавні екокоридори визначені в межах пан-європейської екологічної мережі.

Екологічні коридори національного рівня визначені програмою формування національної екологічної мережі України[73].

Регіональний рівень екологічних коридорів знайшов своє відображення у програмах формування національної екологічної мережі в областях.

Локальний рівень екологічних коридорів пропонуємо виділяти як сполучні території між близько розташованими коридорами чи об'єктами ПЗФ, але не поєднаними між собою екокоридорами більш високого ієрархічного рівня.

Головною ідеєю ландшафтного підходу до виділення екологічних коридорів різного ієрархічного рівня є те, що саме ландшафт, маючи фрактальну природу своєї будови, дозволяє застосувати єдиний принцип розбудови екологічної мережі будь-якого рівня.

Окрім того, ландшафтне підґрунтя виділення екологічних коридорів локального рівня дозволить успішно сполучати їх з локальними коридорами суміжних територій. Для візуалізації такого підходу до виділення екологічних коридорів створюються карти (приклад на рис. 37), на яких для кожного адміністративного району показується екологічна мережа з виділенням екологічних коридорів різного ієрархічного рівня на ландшафтній основі.

Пропонуємо як сполучні екокоридори локального рівня між балково-долинними ландшафтами використовувати лісосмуги або лісові ділянки на вододілах. Саме такий підхід, на нашу думку, дозволить забезпечити без перешкод міграцію видів у тому чи іншому напрямку. Інтеграцією їх у багатоскладове, але внутрішньо єдине системне ціле можна забезпечити лише за умов коректного застосування екологічного підходу. Це не означає припинення чи обмеження прав власників чи користувачів земель, визначених як екологічні коридори, але спонукає їх до збереження природних ресурсів, їх екологічно-збалансованого та невиснажливого використання, чого можна досягти шляхом:

- вилучення земель сільськогосподарського призначення (насамперед деградованих орних земель) внаслідок економічної збитковості їх використання за призначенням;
- вилучення із промислового використання (у видобувній, будівельній та інших галузях виробництва) земельних ділянок, які втратили природний стан і становлять підвищену небезпеку для збереження навколишнього середовища;
- надання переваги відновленню природних ландшафтів як найбільш доцільному виду використання земель, що вибувають із сільськогосподарського використання;
- встановлення водоохоронних зон і захисних смуг навколо водних об'єктів;
- збільшення території лісів, лісосмуг навколо сільськогосподарських угідь, промислових та житлових зон.

Основною стратегічною метою оптимізаційної діяльності на сучасному етапі формування національної екологічної мережі є збільшення площі земель області з природними ландшафтами до рівня, достатнього для збереження їх різноманіття, близького до притаманного їм природного стану, та формування їх територіально єдиної системи, побудованої відповідно до забезпечення можливості природних шляхів міграції та поширення видів рослин і тварин, яка б забезпечувала збереження природних екосистем, видів рослинного і тваринного світу та їх популяцій. При цьому національна екологічна мережа має відповідати вимогам щодо її функціонування у всеєвропейській екологічній мережі та виконувати провідні функції щодо збереження біологічного різноманіття. Крім того, стратегія формування екомережі області має сприяти збалансованому та невиснажливому використанню біологічних ресурсів у господарській діяльності.

Запрошення до роздумів. Причини недієздатності концепції сталого розвитку, або «Дій локально!»

Стратегія сталого розвитку – шлях у нікуди? Впродовж останніх 25 років сталися три знакові події, які визначили цікавість наукового загалу до екологічної проблеми. Ця зацікавленість надійно забезпечує не лише державну підтримку, а й великі гроші. Маються на увазі три великих форуми – в Ріо-де-Жанейро (1992), в Йоханесбурзі (2002) та «Ріо+20» у 2012 році. Варто зауважити, що ідея сталого розвитку, висунута в Ріо і яка була провідною протягом двадцяти років, вже не отримала належної уваги на другому і на третьому форумі. За сучасних форм природокористування глобальна екологічна проблема постійно і неухильно загострю-

ється і, що найголовніше, нема жодної надії на її вирішення. Найскоріше така безнадія походить від неправильного визначення методологічних орієнтирів у вивченні підвалин взаємодії природи і суспільства, і похідного від цього помилкового розуміння словосполучення «сталий розвиток». Але найприкрішим є те, що Україна в особі головних її керівних органів (як і багато інших країн), спираючись на «Програму дій на XXI століття» і похідні від неї документи, практично взялася за досягнення стану «сталого розвитку», тобто, з точки зору законів термидинаміки, принципово недосяжного стану.

Сама ідея сталого розвитку витала у повітрі починаючи з фундаментальних робіт В. І. Вернадського, і була озвучена ще всередині 70-х років, коли чи не вперше пропонувалося обмеження певних параметрів розвитку цивілізації в доповідях Римському клубу. Надалі в США було створено інститут спостереження за навколишнім природним середовищем (World Wathc Institut), який під керівництвом Лестера Р. Брауна робив регулярний моніторинг навколишнього природного середовища з відповідними публікаціями результатів. Ще далі громадськість і політичний загал логічно підійшли до форуму в Ріо-де-Жанейро, якому передувала напружена робота комісії Ф.Х.Брунтланд. На теренах вітчизняної науки активне обговорення ця проблема отримала здебільшого в 90-х роках XX-го і на початку XXI-го тисячоліття. Варто пригадати роботи М. М. Моїсеєва та його школи, роботи деяких філософів, екологів, географів, економістів.

Проте найбільша активність в обговоренні цієї проблеми спостерігається на початку 3-го тисячоліття, коли світовому науковому загалу стала зрозуміла безперспективність як самої ідеї сталого розвитку, так і її практичного втілення в шляхах розвитку окремих країн. При цьому варто зауважити, що саме прагнення до узгодження темпів і напрямків коеволюції природи і суспільства сумніву не викликає, але шляхи досягнення бажаної гармонії («збалансованості») можуть бути досить відмінні. Напевне, до відомих сьогодні економічних, споживацьких, соціальних обмежень необхідно ввести обмеження просторового розвитку людства, або ж змінити просторово-екологічне буття людства.

Глобальна екологічна криза, загострення якої вже ні в кого не викликає сумніву, спонукає до висновку про те, що і дотепер незбагненними залишаються шляхи, напрямки та загальна ідеологія взаємодії природи і суспільства. Все, що відбувається на нашій планеті є матеріалізованим в просторово-часовій динаміці розвитку складних природних систем, які принципово не можуть піддаватись формалізації і моделюванню. З часу ж появи життя на планеті та виду *Homo Sapiens*, який сформував вже соціоприродні системи, така формалізація стала тим більше неможливою. Географічний простір є найінерційнішим стримуючим початком в будь-

яких моделях розвитку планетарних процесів і передусім процесу соціоприродної взаємодії. Може саме тому на сьогодні найбільш відомий досвід побудови саме географами ідеальних просторових моделей, в яких формалізується така взаємодія (В. Кристалер, А. Льош, У. Ізард, Б. Родоман, О. Топчієв). Так, у моделі О. Г. Топчієва робиться спроба поєднати ідею сталого розвитку й ідею оптимізації використання суспільством географічного простору.

Чому треба мислити глобально і не хочеться «бути третім»? Для розробки адаптованої стратегії соціоприродної взаємодії необхідне нове ноосферне (тобто дійсно близьке до ідеї сталого розвитку) обґрунтування критеріїв і параметрів подальшого розвитку країн світу, яке необхідно врахувати в новій їхній ноосферній типології. Те, що маємо на сьогодні, свідчить про свідомий перерозподіл розвинутими країнами глобального екологічного ресурсу на свою користь. Дійсно, у розвинутих країнах помітні прояви екологічної революції: ресурсозбереження, вдосконалення технологій, розширення рекреаційних зон і охоронюваних територій, прагнення спеціалізуватися на екологічно прийнятних галузях господарства. При цьому «брудні» виробництва, відходи і потужності з їхньої переробки переміщаються в країни, що відстали у своєму розвитку. Крім того, територія цих «третіх» країн використовується як простір для масового виробництва тієї продукції, яка не підпадає під визначення «екологічно чиста», але без якої розвинуті країни все ж таки обійтись не можуть. А те, що територія таких країн, як Україна, використовується як ємний споживацький ринок для просування неякісних західних товарів і технологій – ні для кого не секрет[72]. Тим самим економічному ар'єргарду світу пропонується потрібна, відповідальна, але малоприємна роль постачальників сировини, «світової кочегарки» і «смітника», що, до речі, закріплює відставання цих країн від лідерів технологічного прогресу. Власне, спостерігається *просторовий перерозподіл,* або ж створюється описана у попередніх розділах *«пастка для простору»,* але вже *на глобальному рівні.*

У результаті такого зрушення екологічна ситуація в цілому на Землі погіршується, тому що в країнах, що розвиваються, набагато менше піклуються про охорону навколишнього середовища, ніж у розвинутих країнах. За період з 1975 по 1990 р. викиди в атмосферу CO_2 у США скоротилися на 19 %, у ФРН – на 72 % (цьому чимало сприяла заміна в західнонімецькому паливному балансі вугілля на російський природний газ). У той же час ці викиди зросли в Китаї в 2 рази, в Індії – у 1,8 рази, в Індонезії – у 2,4 рази. За 1990 - 1995 р. емісія CO_2 зросла в США на

[72] Тут у трмін «неякісні» вкладено набагато ширший зміст. Так, попри «ГМО»-маркування, введене позаминулого року, ніхто в Україні не може бути впевненим, що при виробництві продуктів харчування використовувались дійсно безпечні для здоров'я людини складові.

6,2 %, у Японії – на 8,7, а в Індії і в Індонезії – на 19,8 % та 27,7 відповідно. Але перенесення навантаження на навколишнє середовище на периферію світової економіки поки не змінили кардинально екологічну карту світу. Як і раніше економічний авангард планети (країни, які називають нині постіндустріальними, або «золотомільярдними») споживають 75 % світової енергії, 90 % деревини, 80 % паперу і сталі, 70 % молока і м'яса, майже 70 % пестицидів (Клюєв, 2001).

Пошук критеріїв «сталості». Для розуміння генезису глобальних екологічних проблем і їхнього розподілу по країнах світу дуже важливим є закон зниження енергетичної ефективності природокористування, сформульований загалом ще в XIX ст. українським економістом С. А. Подолинським. Дійсно, співвідношення витрат енергії й отриманого ефекту (випуску продукції в енергетичному вираженні) при підсічно-вогневому землеробстві в басейні р. Конго складає 1:65, а при виробництві кукурудзи в США – 1:2. Як бачимо, високоінтенсивне сільське господарство економічного авангарду планети *надзвичайно марнотратне з енергетичної точки зору.* Крім того, сільське господарство розвинутого світу характеризується дуже високою продуктивністю праці, але за продуктивністю землі, віддачі продукції з 1 га Китай, наприклад, набагато перевершує США. У зв'язку з цим, більш важливим виявляється *показник випуску продукції з одиниці сільськогосподарських угідь, а не випуску на одного зайнятого.*

Вважаючи ідею сталого розвитку безальтернативною і здатною виконувати роль керівництва до дії, багато вчених розробляють відповідні типології країн світу, в яких за основний показник покладено *ВВП, тобто кількість трансформованої у споживчі вартості речовини біосфери*. При цьому зовсім не враховується, що ця речовина отримується із площ географічного простору, вже неспівставних з територією однієї країни. За розрахунками Г. Н. Голубева[73], Нідерланди імпортують з тропіків кореневищеплоди для худоби, а також їжу і деревину. Фактично використовувана закордонна територія в 5,5 разів перевищує площу Нідерландів. І навіть якщо врахувати голландську територію, що використовується для виробництва експортних товарів біологічного походження, то і в цьому випадку виявляється, що ця країна використовує за кордоном територію, вдвічі більшу, ніж її власна.

Напевне, такий підхід до типології країн світу за рівнем сталого розвитку є методологічно некоректним, оскільки сталий розвиток уявляється похідним від економічного розвитку з відсутністю врахування істинних його причин. Щодо сталого розвитку, то в роботах багатьох

[73] Голубев Г. Н. Геоэкология и глобальные изменения / Г. Н. Голубев // Вестник Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1988.. – №4. – С.14–28.

авторитетних екологів вже давно внесено сумнів в саме визначення, що відбивається наведеним словосполученням, принаймні з позицій української лексики. *Головний висновок – розвиток не може бути сталим*. Відтак, краще використовувати термін – *«збалансований»* розвиток. У зв'язку з цим дуже сумнівними є як самі поняття сталого, стійкого розвитку, так і показники, покладені в зміст цих понять. Передусім, для досягнення «гідного» рівня життя (високий ВВП) необхідне використання природних ресурсів з відповідним спотворенням екосистем. Саме тому для досягнення такого рівня всіма країнами просто не вистачить наявних ресурсів Землі (Лісовський, 2003). Саме тому не дивно спостерігати формування відповідної просторово-екологічної ієрархії на нашій планеті, яка за змістом наближає популяцію *Homo Sapiens* до екологічної піраміди. При цьому так звана відкритість світової економіки ще більше спонукає до затвердження принципу екологічної піраміди в міжнародні відносини. Виявляється, що *чим більша відкритість, тим вища небезпека для країн, що відстали у розвитку, «заразитись» кризовими явищами*. Але Україна вперто прямує саме цим шляхом, наражаючи на небезпеку наступні покоління, про що свідчить наявна тенденція до євроінтеграції.

У сучасних типологіях країн світу за умовами переходу до сталого розвитку відсутній найголовніший, ноосферний критерій – *глибина впливу окремих країн (шляхом формування певних інформаційних потоків) на екосистеми інших територій.* Такий вплив і визначає високий ступінь порушеності природних екосистем у групах країн з майже відсутніми передумовами (Лісовський, 2003) переходу до сталого розвитку. Швидше за все, критерії сталого (ноосферного) розвитку слід розділити на дві групи – *екологічні і просторові*. Крім них, необхідно виділення ще однієї синтетичної групи критеріїв – *еколого-просторових*. Ці критерії повинні відбивати глибинну взаємозалежність просторових трансформацій географічного простору і стану природних екосистем.

Виходячи з принципів екосистемної динаміки, одним з екологічних критеріїв може бути *кількість імпортованої з інших територій біомаси у вигляді як «живих» (з хімічно незв'язаним вуглецем), так і концентрованих продуктів харчування.* За допомогою спеціальних розрахунків вагова маса біопродукції може бути переведена у вуглець. До цієї суми ще слід додати вуглецеві накопичення «колишніх біосфер» і тих, що імпортовані в розвинуті країни у вигляді мінерального палива. Якщо додати до розрахованої суми ту біопродукцію, яка виробляється і споживається на власній державній території, вийде чимале число. Логічно постає питання, наскільки воно велике? Для відповіді на нього необхідний подальший пошук середніх показників забезпечення однієї особини *Homo Sapiens* біомасою, а також землею, лісом, водою та іншими

ресурсами географічної оболонки. Іншими ж словами, *показники еталонного споживання біомаси однією особиною Homo Sapiens повинні бути прирівняні до головних констант біосфери*. Таким чином, одним з головних критеріїв ноосферного розвитку необхідно вважати *показники абсолютного і відносного споживання біомаси у вуглецевому еквіваленті, розраховані як на одну особину Homo Sapiens, так і на загальну площу території (територія своєї країни плюс територія інших країн, з яких надходить біомаса), і співвіднесені з відповідними еталонними значеннями.*

Крім зазначеного, доцільно застосувати наведений вище показник *енергетичної цінності вагової одиниці біомаси, виробленої в сільському господарстві*. Цей показник з екологічної точки зору відбиває рівень самодостатності й екологічної автономності популяції *Homo sapiens*. При цьому варто зауважити, що найкраще енергетичне співвідношення має натуралізоване (без зовнішніх енергетичних субсидій) господарство. Враховуючи сучасні тенденції до збезлюднення сільської місцевості в розвинутих країнах і виробництва біомаси за рахунок або екологічного потенціалу інших країн, або більшої енергетичної цінності одиниці біомаси (що робить можливим зменшення кількості зайнятих в сільському господарстві), доцільним буде врахування найбільш загального показника *частки сільського населення (як варіант – населення зайнятого в сільському господарстві)*. Проте тут може виникнути запитання щодо еталонного значення цього показника. Згідно з авторською концепцією, яка передбачає додержання принципу граничної достатності при розрахунках подібних еталонів (Сонько, 2003), *частка сільського населення повинна бути не менше 35–40 %*. При цьому обов'язковою є умова участі цього населення безпосередньо в сільськогосподарських роботах, «замкнених» на дану територію відповідними потоками речовини і енергії. Тобто мова йде про *встановлення обов'язкових квот на частку у ВВП натурального господарства.* Розрахунок таких квот – свята справа біологів, економістів, географів, оскільки саме вони можуть безпосередньо врахувати в таких квотах ландшафтне і біокліматичне різноманіття конкретної країни.

Доцільним буде врахування як опосередкованого *показника частки господарсько незмінених територій від загальної площі країни* як своєрідного екологічного резерву і природної гарантії стійкості та різноманіття біосфери. Згідно з Даніловим-Даніельяном (2003), ця частка має бути не меншою 60%.

Виділення другої групи – *просторових критеріїв сталого (ноосферного) розвитку* має підтвердити похідність решти так званих глобальних проблем людства від екологічної. Зокрема, можна стверджувати, що відповідна просторова динаміка виду *Homo Sapiens*, розглянута вище,

спричиняє значну структуризацію географічного простору, диверсифікуючи його згідно зі своїми потребами.

По-перше, впродовж опанування поверхні планети сформувалась чітка ієрархія країн світу, яка закріплює відповідну екологічну спеціалізацію за певними країнами. Зміна функцій географічного простору здійснюється потужними інформаційними потоками, що йдуть із світових міст. Наслідками такого інформаційного впливу є поступове «вимивання» ресурсних функцій географічного простору на користь його інфраструктурних та ергономічних функцій (Сонько, 2004). По-друге, сучасне існування екосистеми *Homo Sapiens* передбачає докорінну просторову видозміну його екотопу задля монопольного управління інформаційно-енергоречовинними потоками біосфери. По-третє, просторовий вплив всієї популяції *Homo Sapiens* на природні екосистеми відповідає найзагальнішим тенденціям, передусім, тенденції утискання географічного простору, яка може бути висловлена в підходах, запропонованих у відповідних роботах (Н. С. Мироненко, 2003; С. В. Рогачева, 2003; В. Л. Бабурина, 2002). По-четверте, ще однією важливою тенденцією є набуття проміжними (між світовими містами) територіями інфраструктурних функцій з відповідними просторовими викривленнями – інверсіями (Важенин, 2002).

Головними напрямками дій *з регулювання просторового трансформаційного впливу, який спричиняє повне спотворення природних екосистем,* можуть бути:

– обмеження частки поверхні земної кулі, зайнятої територіями міських поселень, яка не повинна перевищувати 1 % (як напочатку індустріальної доби у XIX столітті);

– обмеження розширення полів впливу (хінтерландів) великих міст на найближче оточення більше ніж на середню відстань по векторах до сусідніх міст однакового рангу (Сонько, 2004);

– обмеження густоти шляхів сполучення з твердим покриттям на одиницю площі, еталон якої найкраще розраховувати за кристалерівською моделлю «k=4»;

– неможливість збільшення більше ніж на 15 % (Сонько,2004) частки фуражної ріллі;

– обмеження перенесення матеріало- та енергомістких виробництв у прибережну зону з орієнтацією на довізні вантажі з третіх країн (показник частки підприємств (в %), що працюють у портових містах до загальної кількості підприємств всієї галузі).

Одними з найважливіших є *показники докорінної зміни структури і динаміки природних екосистем через структурування географічного*

простору. Зокрема, поділ сільськогосподарських земель на окремі поля – «клаптики» (рис. 2, 3).

Іншим показником *глибини трансформації природних екосистем* є показник *сумарного відторгнення речовини природи (як косної, так і живої разом з біогенною)* в тоннах[74].

Показником віртуального спотворення просторових відносин («пастки для простору») може бути *сума інвестицій, зроблених в екологічно-брудні виробництва на територіях третіх країн*, а також *негативна різниця між вітчизняним видобутком мінеральної сировини і кількістю імпортованої сировини.*

Опосередкованим, але важливим показником може бути *співвідношення кількості військових конфліктів на території власної та інших країн*.

Ноосферна ефективність – міф чи реальність, або чому не працює концепція сталого розвитку? Виходячи з глибинного онтологічного протиріччя термінів «сталий» і «розвиток», варто було б розділити не лише країни за можливістю переходу до сталого розвитку, а й змістовно відділити в таких типологіях критерії «прогресу і добробуту» від критеріїв «сталого розвитку». Принаймні, це буде більш чесно по відношенню до природних екосистем. Наведений вище перелік найсуттєвіших критеріїв ноосферного розвитку передбачає їхне конструктивне втілення в адміністративно-територіальному устрої кожної країни, оскільки саме в ньому найбільше проглядається своєрідна специфіка процесу взаємодії природи і суспільства (Сонько, Голубкіна, 2011).

Пропоновані ноосферні критерії людського розвитку обумовлюють зовсім інші підходи до розрахунку такого показника, як ВВП, який традиційно ґрунтується на моделі ресурсовід'ємної економіки. Передусім, треба визначитися з поняттям ефективності, яке є ключовим у змістовному насиченні ВВП. Її ж як загальнонаукову категорію варто поділити на *економічну та екологічну*. Комбінацією цих двох докорінно відмінних аспектів ефективності і повинна стати ноосферна ефективність. Критерії, використані для її розрахунку, здається, лежать на поверхні. Так, розуміння *економічної ефективності містить уявлення про досягнення якогось ресурсовід'ємного результату у вигляді готової продукції чи послуг з мінімальними витратами чинників виробництва (які самі по собі є ресурсовід'ємними).* Поняття *екологічної ефективності містить уявлення про позитивне відтворення середовища помешкання будь-якого виду в процесі його життєдіяльності*. Проте треба ще раз зважити, що традиційне розуміння як тієї, так і іншої «ефективності» відбувається

[74] При цьому масштаби споживання посилюються завдяки підкріпленню споживацької стратегії рекламою, ЗМІ та ін.

в межах розбіжного уявлення про простір і час. Так, економічна ефективність розраховується згідно з людським уявленням про час, за фіксовану одиницю якого має вироблятись якась продукція. В більш природних екологічних системах плин часу відбувається, скоріше, згідно з космічними ритмами. Для узгодження цих темпів людина створює пастки для часу (див. попередній розділ). Теж саме стосується простору, спотворення якого з метою більш глибокого використання ресурсів зовсім не враховується під час підрахунків економічної ефективності. А саме це спотворення докорінно змінює реальний час і простір, в яких розвиваються природні екосистеми.

Відтак, традиційне розуміння ефективності, покладене в розрахунок ВВП, робить цей показник ноосферно некоректним. Швидше за все, пропоновані вище еколого-просторові критерії повинні бути представлені у вигляді коефіцієнтів, на які треба помножати загальний показник ВВП. Такі розрахунки, напевне, будуть важкими й тривалими. Але головне припущення сумнівам майже не підлягає – *якщо скоригувати ВВП згідно з еколого-просторовими критеріями, то так звані розвинуті країни зразу ж опиняться на нижніх сходинках об'єктивної ноосферної типології країн світу.* Натомість у країн, що розвиваються, країн з перехідною економікою (зокрема, в України), та інших, що знаходяться поза «золотим мільярдом», з'являється шанс на побудову власної моделі господарства – моделі, більш наближеної до уявлень про ноосферу або до сталого розвитку.

Всі країни, етноси, спільноти є учасниками одного глобального процесу – ноосферизації, висхідна логіка якого логічно і накреслено поєднує всі народи планети на шляху до розширення екологічної ніші всієї популяції. Причому це поєднання скидається не на симбіоз, а на відношення паразита (розвинуті країни) і господаря (інші країни). Відтак, на тлі зовнішнього роз'єднання за ознаками рівня життя, цивілізованості, постіндустріальності відбулося жорсткіше зцементування людської популяції, в якій, як у мурашнику кожна країна виконує свої екологічні функції задля єдиної головної мети – розширення ареалу помешкання. В той же час *це протирічить самій ідеї сталого розвитку.*

Саме тому прагнення сталого розвитку поки що обмежується черговими гаслами щодо вирівнювання рівнів розвитку, гуманітарної допомоги, боротьби з голодом, енергозбереження, альтернативних джерел енергії та ін. Цікаво, що через 10 років (2002) в Йоханесбурзі і тим більше через 20 років у Ріо-де-Жанейро вже майже не звучали заклики до обмеження споживання ресурсів висунуті під час «Ріо-1992». Випадковість це чи ні? Здається, ні, бо головні напрямки освоєння і структуризації географічного простору, ієрархія країн, що його освоюють, не змінились. Власне, на

форумі «Ріо+20» ця тенденція дістала підтвердження у відмові більшості країн від тих орієнтирів, які наголошувались на першому форумі.

Систематичне дослідження проблеми взаємодії природи і суспільства, відбите в класичних роботах, спонукає до головного висновку – *концепцію сталого розвитку в її сучасному розумінні слід піддати сумнівам*.

Однією з головних умов сталого (ноосферного) розвитку повинна бути така зміна структури і функцій природних екосистем, яка залишає їх здатними до самовідтворення. При цьому пропонована умова має стосуватися всіх рівнів природовикористання – від локального до глобального.

Викладені в попередньому розділі концепції природокористування підтверджують факт постійного пошуку людством шляхів виходу з екологічної кризи. Власне, знаходження найбільш вдалої з них дозволить узгодити глобальний і локальний рівні стратегії сталого розвитку, що повинне стати дороговказом для подальшого еколого толерантного існування людства на нашій планеті.

Зважаючи, що сьогодні існують окремі доволі реалістичні сценарії переходу до сталого (збалансованого) розвитку, наведемо стислий їх зміст і спробуємо порівняти, аналізуючи відповідну таблицю (табл. 5).

Сциєнтизм (від англ. *science* – наука, синонім – технократизм). Наріжним каменем сциєнтизму є віра в повну пізнаваність світу і на цій основі в можливість вирішення будь-яких проблем, що стоять перед людством, – енергетичних, ресурсних, технологічних і ін. У США цей погляд на світ називають також корнукопіанством (від лат. cornucopia – ріг достатку).

Консерваціонізм як погляд на майбутнє виник як протест проти сциєнтизму і спирається на гасло «Назад у природу!», оскільки виходить із положення, що нарощування дії людини на природу веде людство до загибелі. Консерваціонізм бере початок з алармізму (від англ. *alarm* – тривога). Алармісти вважали, що екологічна криза з трагічними наслідками для людства (аж до повного вимирання) неминуча. Коріння алармізму стародавнє: вже на піраміді Хеопса був накреслений ієрогліфічний петрограф: «Люди загинуть від невміння користуватися силами природи і від незнання дійсного світу». Алармістський характер мають і сторінки Біблії про Кінець Світу. Похмурими були пророцтва про майбутнє людства великого італійця епохи Відродження Леонардо да Вінчі, який вважав неминучим руйнування людиною природи в результаті спустошливих воєн. Видатний еволюціоніст Ж. Б. Ламарк вважав, що призначення людини полягає в тому, щоб знищити себе, зробивши заздалегідь непридатною для життя власне середовище існування. У ці ж роки Т. Мальтус передбачив неминучість перенаселення

і голоду. Ідеологією алармізму була пронизана діяльність Римського клубу в 60-80-ті роки. Консерваціоністських поглядів явно або неявно дотримуються більшість російських екологів (В. Г. Горшков, В. І. Данілов-Данільян, А. В. Яблоков, К. С. Лосєв, К. Я. Кондратьев, А. Д. Урсул, В. А. Лось, І. В. Бестужев-Лада, Т. А. Акимова, В. В. Хаськин та ін.). Центральною ідеєю сценарію консерваціоністів є затвердження необхідності депопуляції, тобто скорочення населення планети до 0,5–1,5 млрд осіб.

Центризм – сценарій побудови суспільства стійкого розвитку поєднує елементи двох перших сценаріїв. Основну ідею цього сценарію виразив М. М. Моїсєв (1990) у своїх уявленнях про коадаптацію людини і біосфери. При такій коадаптації біосфера перейде в «квазістійкий стан» зі збереженням основних біосферних кругообігів речовини. Ноосфера в цьому випадку розуміється не як «сфера розуму», а як «сфера розумності».

Ноосферизм – людське суспільство побудоване на ноосферних принципах, які полягають у всебічній адаптації природокористування до природних механізмів. Цьому є об'єктивні передумови. Так, у сільській місцевості більшості країн народ доведено до найвищого рівня зубожіння, власне поставлено на межу виживання, що спричиняє повернення до натурального господарства і необхідності гармонізуватись з тими природними ландшафтами, на яких мешкає родина. Споживання природних речовини та енергії і утворення відходів життєдіяльності відбувається на екосистемних принципах. Споживання екологічного ресурсу планети «розтягується» у часі з метою забезпечення належних умов для життєдіяльності наступних поколінь. Просторове, екологічне та соціальне буття людини стає формою поєднання місцевих вікових традицій природокористування та новітніх технологій, в яких зняті ентропійні обмеження. Результатом цього є поступове повернення енергоспоживання людською популяцією на рівень 1 %, що відповідає законам екосистемної організації популяцій живих організмів. Головні ідеї ноосферизму, адаптовані до збалансованого природокористування, викладені у концепції ноосферних екосистем професора С. П. Сонька[75].

Державні програми сталого розвитку – спекуляції чи дороговкази? Прагнення сталого розвитку (ноосфери) повинне бути підкріплене конкретними діями, спрямованими на зміну існуючого стану, при якому популяція *Homo Sapiens* цілеспрямовано знищує природні екосистеми. Виходячи з нерозривного інформаційно-простово-часового зв'язку

[75] Електронний ресурс. – Режим доступу : http://www.udau.edu.ua/media/elektronni-materiali/naukovi-statti/sonko-s.p/konczepcziya-noosfernix-ekosistem-yak-prodovzhennya-idej-v.i.vernadskogo.html

природи і суспільства, регулювання будь-яких відносин із природним середовищем в якомусь ізольованому просторі-часі неможливо. Відтак, географічна оболонка, яка є предметом перетворення людиною і в якій на сьогодні склався від'ємний баланс природокористування, повинна надалі освоюватись лише згідно з ноосферними інтересами.

Таблиця 5

Сценарііі переходу до сталого розвитку

Елементи сценаріїв	**Сценарії**			
	Консерва-ціоністський	**Центристський**	**Сцієнтист-ський**	**Ноосферний**
Межа чисельності народонаселення планети (млрд осіб)	0,5–1,5	8–12 млрд	30–50 млрд	8-10 млрд
Характер урбанизації	Рівень урбанізації зменшується, замість мегаполісів і великих міст розвиваються екомережі	Поступова стабілізація кількості і розміру міст, а також населення Землі	Рівень урбанізації підвищується, екологізуються великі міста, в т. ч. мегаполіси	Рівень урбанізації зменшується, міста залишаються, але перестають відігравати роль «соціальної істоти», розширюється мережа екопоселень
Зміна розміру світового енергоспо-живання	Пониження в 6–10 разів	Збільшення в 2–3 рази	Збільшення в 10 і більше разів	Стабілізується на існуючому рівні, але структура енергоспоживан-ня докорінно змінюється у бік енергозбереження
Структура енергетики	Енергетика на основі ВДЕ (відновлюва-них джерел енергії)	Поліенергетика: атомна, на основі ВДЕ, теплова	Переважання атомної енергетики	Базова – гібридна та альтернативна; підтримуюча – атомна.
Характер сільского го-сподарства:	Ощадливий	Помірно-ощадливий	Надінтенсивний	Ощадливо-натуральний
– частка ріллі	Низька (35-40 %)	Помірна (до 50 %)	Висока (понад 60 %)	Низька (35-40 %)
– система землеробст ва	Органічна. Мінеральні добрива	Компромісна. Мінеральні добрива	Інтенсивна. Широко вико-ристовується	Високоадаптивна до місцевих умов, з мінімальною

	і пестициди не використовуються	і гербіциди використовуються в помірних дозах	закритий грунт, високі дози мінеральних добрив, зрошення, монокультура	кількістю енергетичних субсидій
– різноманіття сільськогосподарських тварин і тип годівлі	Високе різноманіття, екстенсивна годівля за рахунок природних кормових угідь, стимулятори росту не використовуються	Помірне різноманіття, комплексні кормові раціони з участю кормів з ріллі, стимулятори росту не використовуються	Низьке різноманіття інтенсивний відкорм великої рогатої худоби, свиней, птиці кормами з ріллі, широке використання стимуляторів росту і іншої «біохімії»	Різноманіття згідно з місцевими традиціями, комплексна годівля, адаптована до місцевих умов (за умови неперевищення частки «фуражної ріллі» більше, ніж на 15 %)
– трансгенні сорти і породи	не використовуються	використовуються помірно	використовуються широко	Трансгенні та інтродуковані рослини або виключені взагалі, або суттєво не впливають на структуру культурних фіто- та зооценозів
– особливості споживання сільського-сподарської продукціїі	Переважна відмова від тваринних білків на користь рослинних	Раціон харчування наближений до існуючого	Раціон харчування «викривлений» у бік подальшого нарощування споживання тваринного білка	Раціон харчування збалансований і відповідає місцевим традиціям
Основні конструкційні матеріали (та мінеральні ресурси)	Вторинні	Первинні та вторинні при розвитку ресурсозберігаючих технологій	Заміна вичерпних ресурсів їх новими еквівалентами	Заміна вичерпних ресурсів їх новими еквівалентами, які будуть здатними до біологічного розкладання після завершення використання
Забруднення навколишнього середовища	Мінімальне за рахунок закриття усіх екологічно	Залишається на існуючому рівні	Помірне за рахунок маловідходних технологій,	Мінімальне за рахунок дезурбанізації, переходу на нові

	брудних виробництв і впровадження безвідходних технологій		удосконалених очисних споруд і захоронення особливо небезпечних відходів	конструкційні матеріали, зменшення загального рівня споживання і запровадження значної частки (до 40 % у ВВП) натурального господарства.
Охорона біорізнма-ніття	Повне збереження	Збереження більшої частини	Збереження 50-70 %	Поступова відмова від агроекосистем в їх сучасному вигляді на користь адаптованих форм природокористування
Частка охоронних природних територій на планеті	70 %	33 %	Менше 10 %	Потреба у запровадженні природоохоронних територій поступово зникає

При розробці програм розвитку на національних рівнях обов'язково треба враховувати загальнопланетрані тенденції структуризації географічного простору з подальшим пошуком свого місця в цьому процесі. Це примушує шукати інші перспективи входження України у постіндустріальне суспільство. Швидше за все, Україні вже відведена роль якщо не аграрно-сировинного придатку (що підтверджується наявною структурою імпорту-експорту), то досить місткого споживацького ринку для просування неякісної західної продукції. У зв'язку з цим вважаємо за потрібне розробити реалістичну вітчизняну концепцію майбутнього розвитку України, звільнену від постіндустріалістських, цивілізаційних, та інших модних штампів.

Отже, не варто поспішати дотримуватися різних міжнародних документів на зразок «Програми дій на XXI століття», «Кіотських протоколів» та інших, які потім втілюються в Законах України про створення громадських екологічних організацій і фондів, екомереж та ще багато чого, що, до речі, досить реально фінансується. Треба робити виважений аналіз методологічної коректності ідей, закладених в означених документах, принаймні, піддавати їх сумнівам...

Ця позиція, викладена авторами понад 10 років тому, виявилася великою мірою прогностичною, оскільки наслідки бездумного дотри-

мання вказаних програм вже сьогодні даються взнаки. Аграрний сектор України, а якщо брати ширше – сільська місцевість зі своїми традиціями, типом землекористування і життєвим укладом – вже потрапили до сфери інтересів менеджменту глобалізованої світової економіки. Про це свідчать потужні зовнішньо- і внутрішньо економічні тенденції щодо формування ринку землі, розростання агрохолдингів, збільшення товарності ґрунтовиснажливих сільськогосподарських культур, майже повне знищення вітчизняного тваринництва та багато іншого. Прямим свідченням саме такого прояву глобалізаційних процесів стало очікуване у листопаді 2013 року у Вільнюсі підписання угод про асоціацію між Україною та ЄС, що, власне і стало причиною відомих всім драматичних подій. Більше, того, вже нове керівництво держави, напевне, замислившись, не поспішає імплементувати угоду з ЄС.

Вже сьогодні прямі наслідки глобалізації відчуваються як у сільському господарстві, так і у сільській місцевості – сукупності природних ландшафтів, де одвіку мешкає селянська родина. Одним із найголовніших негативних наслідків вказаних процесів є катастрофічна втрата родючості земель. Механізм тут дуже простий – завдяки інтенсифікації землеробства і рослинництва збільшується товарність головних галузей з метою отримання надприбутків, зокрема завдяки експорту зерна, ріпаку, соняшнику[76]. Саме потужні агрохолдинги вподобали науково обґрунтовані короткоротаційні сівозміни (без пару і достатніх доз органіки), які забезпечують отримання швидкого прибутку, а натомість – суцільне виснаження ґрунтів.

Але ще більш катастрофічний вплив глобалізація чинить на українське село, демографічна криза у якому – вже давно визнаний факт. Саме сільська громада стала прямим заручником глобалізації, оскільки надінтенсивні технології, що впроваджуються агрохолдингами, приводять до скорочення робочих місць, зокрема у тваринництві, яке за фізіологічними властивостями тварин вимагало цілодобового догляду за ними, а отже, забезпечувало зайнятість сільського населення. Вітчизняний споживчий ринок та переробники м'яса і молока купують дешевше аргентинське м'ясо та законсервоване польське, голландське, датське молоко насамперед тому, що дешевше.

Непроста вітчизняна історія навчила українського селянина пристосовуватись і до складніших обставин, і ті, хто залишився в селі, тяжко виживають завдяки використанню місцевих земельних і кормових ресурсів та власної пекельної праці. Але ці люди не зичать такої долі своїм дітям, відправляючи їх до міста на навчання чи роботу, бо до цього

[76] Світличний О. О. Основи ерозіознавства : підручник / О. О. Світличний. – Суми : ВТД Університетська книга, 2007.– 345 с.

спонукає невизначеність власності на землю, яку не можна передати їм у спадок.

Отже, сьогодні відбувається повний занепад сільської місцевості, у якій *сільська родина поставлена на межу виживання і веде за суттю натуральне господарство.* Напевне, ці кричущі факти стали головною причиною розробки і подальшого обговорення «Концепції Державної програми сталого сільського розвитку України на період до 2025 р»[77]. Власне, критичному аналізу цієї програми, на яку покладаються великі надії і яку передбачається здійснити на тлі потужних глобалізаційних впливів, і присвячені авторські пошуки.

1. На нашу думку у «Програмі…» не враховується (або ігнорується) істинна суть словосполучення «сталий розвиток». Найчастіше у вітчизняних документах у термін «сталий» вкладають переважно екологічний зміст. В перекладі ж з англійської сталий (*sustainable*) – це розвиток, який постійно підтримується і який за умови збільшення населення планети може бути здійсненний лише через додаткове споживання усе нових і нових ресурсів[78].

Некоректним є також розділення на сільський та інший (напевно, «міський») розвиток. Біосфера не визнає такого поділу. Навіть якщо умовно вважати, що у сільській місцевості збереглося більше природних ландшафтів, то все одно рівень їх порушеності наскільки високий, що разом із урболандшафтами через виснажливе природокористування створюється непоборний тиск на біосферу. Підтвердженням цього є постійне зниження вмісту гумусу у ґрунтах України – з 10–14 % наприкінці XIX століття до 6–8 % в останній чверті XX століття, до 3–4 % – на початку XXI століття та 1–1,5 % на сьогодні[79].

Шлях до сталості – збереження істинно природних та відновлення антропогенних ландшафтів до рівня природності. За розрахунками авторитетних учених таких ландшафтів повинно бути в кожній країні не менше 60 %[80]. Тільки вони в змозі забезпечити здатність біосфери до самовідтворення або до «сталості». За офіційними оцінками в Україні

---

[77] Концепція Державної програми сталого сільського розвитку України на період до 2025 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : (http://uaan.gov.ua/)

[78] Сонько С. П. Просторовий розвиток соціо-природних систем: шлях до нової парадигми : наукова монографія / С. П. Сонько. – Київ : Ніка Центр, 2003. -287 с.

[79] Голубкіна О. М. Баланс гумусу як важливий показник екологічного стану землеробства (на прикладі Черкаської області) / О. М. Голубкіна // Екологія: шляхи гармонізації відносин природи і суспільства : матеріали II міжвузівської конференції. – Умань, УНУС. – С. 30–32.

[80] Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни./ В. Г. Горшков ; отв. ред. К. С. Лосев – М. : ВИНИТИ, 1995. – 470 с.; Лосев К. С. Бюджет антропогенного углерода и роль екосистем в его эмиссии и стоке в глобальном и континентальном масштабах. / К. С. Лосев // Страны и регионы на пути к сбалансированному развитию : сб. науч. тр. – К. Академпериодика, 2003. – С. 36–41.

природних ландшафтів залишилось близько 10 % від загальної площі території («…стан, близький до притаманного природного, мають ландшафти на площі майже 12,7 % території країни» [81]).

Наближення до 60 % – це важкий, тривалий та тернистий шлях, який Україні необхідно подолати для досягнення сталості. Потрібно також вжити таких невідкладних заходів, як:

– об'єктивна оцінка стану природної родючості ґрунтів, що знаходяться у сільськогосподарському користуванні;

– вилучення з сільськогосподарського використання тих ґрунтів, кількість гумусу в яких вже менше 3 %;

– створення на основі вилучених ґрунтів об'єктів природно-заповідного фонду з обмеженим режимом природокористування, а в перспективі включення їх до екологічної мережі;

- розробка та здійснення програми альтернативного природокористування на вилучених землях (соціальна інфраструктура, сільський та зелений туризм, культурні та спортивні об'єкти й ін.) із залученням сільських громад, а також малого і середнього бізнесу.

2. Зовсім не розглядаються земельні відносини, які можуть відродити українське село. Лише вільна людина може творчо працювати на землі і з оптимізмом дивитись у майбутнє, народжуючи дітей і заповідаючи їм СВОЮ ЗЕМЛЮ та все, що на ній знаходиться. Звідси – головна суть і зміст дрібноземельного селянського господарства і хуторської системи розселення, де *хутори є аналогами природних екотопів людини.* Ця система із дещо строкатими агроландшафтами *повторює просторову структуру біосфери і найбільш гармонічно вписується у природні екосистеми.* А відносно невелика площа селянського господарства дозволяє посильно і відповідально за ним доглядати, зокрема забезпечити поля органікою від власного поголів'я худоби. За такої умови *підтримка природної родючості ґрунтів – обов'язок селянської родини та предмет успадкованого піклування, а відродження вітчизняного тваринництва– лише справа часу.*

Селянське господарство в принципі не повинне бути високотоварним, бо воно є частиною природної екосистеми і працює у напрямку самозабезпечення або натурального господарства. Саме в такому підході головна еколого-економічна суть категорії «селянське господарство». В той же час саме завдяки таким земельним відносинам воно може бути товарним, як це було при столипінських реформах і після них аж до

[81] Закон України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 роки»

1913 року, коли Російська імперія посідала 1 місце у Європі за експортом зерна, яке і виробляли дрібнотоварні селянські господарства[82].

Саме такі земельні відносини існували в українському селі до сталінських репресій. Саме у них режим побачив для себе головну загрозу, організувавши голодомор, *оскільки вільний хлібороб своєю важкою працею виборює власне право на свою свободу і може годуватись зі своєї землі незалежно від держави*. Саме власність на землю, а не оренда позбавить байдужості у відношенні до землі і зробить її природну родючість об'єктом успадкування від батьків до дітей, а отже, забезпечить як постійне зростання родючості земель, так і безперервну зміну і відтворення поколінь у сільській місцевості. За таких умов логічним і доцільним стає *розвиток селянської кооперації саме знизу, «від землі» з беззаперечним правом селянина на ціноутворення на вироблену ним сільськогосподарську продукцію.*

3. Для відродження землеробських, духовних, етнографічних традицій, а отже, демографічної стабільності сільської України пропонується реформувати земельні відносини у таких напрямках:

– враховуючи, що більшість сільських родин вимушені в сучасних економічних умовах тяжко виживати на тій землі, що є у користуванні селянської родини, треба погодитись із тим беззаперечним фактом, що в сільській місцевості України вже сформувалось натуральне господарство;

– для уточнення його розмірів і ступеня товарності органам сільськогосподарської статистики здійснити обрахунки бюджетів селянських родин по усьому їх масиву;

– за результатами обрахунків виділити виробничі типи (спеціалізацію) селянських господарств, яка буде найбільш об'єктивною, оскільки максимально враховує місцеві природні й економічні умови;

– на підставі спеціалізації селянських господарств, вивчення типів використання земель у підприємствах різних форм власності та даних з природної родючості земель виконати сільськогосподарське районування території України;

– у кожному сільськогосподарському районі весь масив земель, що знаходяться у використанні, поділити щонайменше на 3 групи:

1) землі селянських господарств, на які з часом повинне надаватись право довічної власності з можливістю успадкування (але не продажу

[82] Сонько С. П. Кооперація від Чаянова до сьогодення / С. П. Сонько, О. М. Голубкіна // Аспекти стабільного розвитку економіки в умовах ринкових відносин. Ч.2. : матеріали VI Міжнародної науково-прак-тичної конференції, 17–18 травня 2012 р. – Умань : Видавець «Сочинський», 2012. 280 с. – С. 102–104.

принаймні в перші 20–40 років) і на яких державою повинне підтримуватись неприбуткове, натуральне господарство;

2) землі, вилучені із сільськогосподарського обігу через знищення їхньої природної родючості, і ті, що мають бути передані у склад природно-заповідного фонду, а з часом включені до національної екологічної мережі;

3) землі, які ще не втратили своєї природної родючості, і ті, що знаходяться у користуванні сільськогосподарських підприємств різних форм власності;

- для кожної з перелічених груп земель повинна бути розроблена відповідна стратегія природокористування;

- головна умова цієї стратегії – диверсифікація існуючого сільськогосподарського використання земель у бік зменшення інтенсивності, зокрема суттєве зменшення ґрунтовиснажливих культур у сівозмінах, повернення до чистого пару і перелогів, збільшення площі земель під пасовищами і сіножатями; розвиток у сільській місцевості новітніх форм природокористування – сільських зелених садиб, туристичних атракцій, об'єктів зеленого туризму та ін.

У пропонованій «Концепції» не враховується також головне цивілізаційне протиріччя: зі збільшенням технічної та енергоозброєності сільського господарства відбувається масове вивільнення робочих рук, а отже, занепад сільської місцевості. Уникнути цього можна послідовно дотримуючись пропозицій, запропонованих вище. Зокрема, енергоозброєне сільське господарство лише тоді не буде входити у протиріччя з економічними інтересами сільських громад, коли у сільській місцевості будуть відроджені традиційні форми природокористування та започатковані нові робочі місця у сфері послуг, культурі, освіті.

І найголовніше. Треба зрозуміти, що заклики до збільшення фінансування, підвищення ефективності, забезпечення економічної бази, збільшення випуску, збереження довкілля, сприяння підвищенню рівня зайнятості, збалансування потреб, залучення кредитних ресурсів, підвищення родючості ґрунтів, підвищення конкурентоспроможності продукції сільського господарства та багато інших, наведених в «Програмі…», доти будуть порожнім звуком, поки не будуть розкриті головні причини і механізми, через які дійсно можливе відродження українського села.

ЧАСТИНА ІІ

ПОШУК ШЛЯХІВ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Природокористування – це наука про мистецтво споживання того, що створила природа за мільярди років еволюції. У зв'язку з цим, на перший погляд, здається, що спроби оцінити вартість самої природи щонайменше є наївними. Проте людина в своїй господарській діяльності зайшла так далеко, що її потреби в природних ресурсах виявилися вищими за можливість природи відновлювати їх.

Власне, це не лише проблема обмеженості самих природних ресурсів (паливно-енергетичних, мінеральних), обмеженість темпів природи у відновленні їх якості (повітря, води, ґрунту), різноманітності (неорганічного та органічного світу) і кількості (виснаження ресурсів), але і проблема виживання.

Парадокс полягає в тому, що людина постала перед фактом необхідності створювати власні ресурси, покриваючи дефіцит їх виробництва в природі (створення і виробництво ядерного пального, здійснення термоядерного синтезу в умовах Землі, створення штучних ізотопів, отримання синтетичних матеріалів, штучних кристалів, виробництво кераміки і т. ін.). І це не просто змагання з природою, це умови такої її організації, створеної людським суспільством, при яких це суспільство виступає в ролі не лише творця нових речовин, а й у ролі найпотужнішого чинника розсіяння речовини й енергії (металізація біосфери). Сьогодні ж, в епоху дефіциту найважливіших природних ресурсів відкриваються нові, досі незбагненні аспекти їхнього споживання. Останній тому приклад – політична, економічна і військова експансія Росії, на керівництво якої «тиснуть» величезні поклади природного газу і нафти, конвертовані в зброю, і які створюють ілюзію безмежної влади над світом. Така собі експансія колишніх біосфер.

Проблема вичерпаності ресурсів може виникати періодично і залежить від багатьох причин (політичних, економічних, екологічних, технологічних), але кожного разу з плином часу втрачає свою гостроту у зв'язку з тим, що саме людина, завдяки її інтелекту, виходить із ситуації, що склалася, спираючись на знання законів природи і різноманіття властивостей матеріального світу. Відтак, дефіцит одного ресурсу є наслідком незнання

властивостей іншого. Щойно це знання з'являється, ресурсна криза на якийсь час зникає.

Виходячи з цього, у найбільш загальному розумінні під *збалансованістю природокористування мають на увазі такі темпи споживання природних ресурсів, які збалансовані можливістю природи відновлювати не тільки якість навколишнього середовища, але і поновлювані складові ресурсів.* Природні ресурси (невідновлювані), що безперервно витрачаються, поступово замінюються на інші завдяки досягненням новітніх технологій і переходу на нові джерела енергії, включаючи і нетрадиційні. У сільському ж господарстві людство задіює найбільш вразливі і важко відновлювані ресурси біосфери.

2.1. Умови і ресурси збалансованого природокористування

Будь-яке природокористування реалізується передусім у споживанні природних ресурсів. Раціональність та збалансованість природокористування у будь-якому разі повинна оцінюватись через його толерантність по відношенню до природних екосистем. Через обмеженість самовідновлювальних і компенсаційних функцій біосфери процеси людської діяльності мають відбуватися в суворих рамках згідно з законами розвитку суспільства і природи та законами взаємодії між ними. Ці закони належить сформулювати так, щоб процес природокористування перебував під суворим контролем і регулювався державою. Наведемо *принципи збалансованого природокористування,* які дозволять розробити заходи з охорони довкілля, відновити порушені взаємозв'язки в екосистемах, запобігати загостренню екологічних ситуацій:

1. Принцип нульового рівня споживання природних ресурсів використовується в багатьох економічно розвинених країнах для регулювання споживання первинних природних ресурсів у державному масштабі. За нульовий рівень береться обсяг первинних природних ресурсів, використаних підприємством за попередній рік, а наступного року – перевищення цього рівня споживання обмежується в державному масштабі чітко визначеним коефіцієнтом. Дотримання коефіцієнта обов'язкове, оскільки з порушника стягується штраф, який може перевищити прибутки підприємства.

2. Принцип відповідності антропогенного навантаження природно-ресурсному потенціалу регіону дозволяє уникнути порушень природної рівноваги завдяки чітко визначеному збалансованому циклу використання і відновлення. Порушення законів функціонування природних систем відбувається у двох випадках: а) за перевищення рівня антропогенного

навантаження, що виражається в надмірній концентрації виробництва[83]; б) за невідповідності спеціалізації виробництва специфіці природно-ресурсного потенціалу[84].

3. Принцип збереження просторової цілісності природних систем у процесі їх господарського використання. Цей принцип випливає з найважливіших закономірностей взаємопов'язаності змін компонентів природи під впливом антропогенної діяльності. Зміни одного з компонентів природної системи призводять до зміни в інших, а іноді – до змін якостей екосистеми в цілому. Прикладом може бути осушення боліт в областях Українського Полісся.

4. Принцип збереження природно обумовленого кругообігу речовин у процесі антропогенної діяльності. Суть принципу полягає не тільки в тому, що технологічні процеси конкретних виробництв мають обмежуватися циклічністю (ресурс – виробництво – споживання – відходи), а й що циклічні процеси повинні являти собою послідовну низку стадій виробництва, пов'язаних між собою чи комплексністю переробки сировини, чи постадійним її використанням. Порушення цього принципу призвело до утворення великої кількості відходів, які включаються в природний кругообіг речовин і змінюють властивості багатьох екосистем у регіоні.

5. Принцип погодження виробничого і природного ритмів випливає з того, що будь-яка екосистема і кожний її компонент підпорядковується своєму часовому ритму. Щоб екосистема зберігала рівновагу, необхідно, аби загальна швидкість її внутрішніх процесів керувалася найповільнішою її ланкою, оскільки будь-який антропогенний вплив, що змушує котрусь частину циклу працювати швидше, ніж працює вся екосистема, призведе до порушення стабільності екосистеми.

6. Природні процеси, що проходять у часі, визначаються факторами як короткочасної, так і тривалої дії. Звідси випливає необхідність їх урахування і в поточній, і перспективній виробничій діяльності. Тому необхідним є дотримання такого принципу природокористування, як пріоритетність екологічної оптимальності на довгострокову перспективу під час визначення економічної ефективності поточного природокористування,

---

[83] Тобто собівартість виробництва продукції знижується за рахунок збільшення концентрації виробництва. Так виникли регіони гострої екологічної кризи в Донбасі, Придніпров'ї та ін. Крім того, не враховувалися затрати на заходи з охорони довкілля від забруднення відходами виробництва.

[84] Така невідповідність спостерігається у рекреаційних регіонах України – Криму, Карпатах, – де розвиток галузей важкої промисловості та інших екологічно небезпечних галузей призвів до погіршення якості природного середовища. Але особливо важливою така відповідність повинна бути у агросфері, де відбувається постійна експлуатація біоресурсів задля щоденного забезпечення харчових потреб людської популяції.

враховуючи те, що у сфері природокористування всі екологічні негативні наслідки господарської діяльності безповоротні.

Дотримання принципів збалансованого природокористування доцільне в усіх регіонах незалежно від ієрархічного рівня. Збереження спільної екологічної рівноваги можливе за умови збереження рівноваги природних систем окремих регіонів, і навпаки. Крім того, проблема природокористування не може бути вирішена тільки в регіональних і навіть загальнодержавних межах. Це глобальна проблема.

Наведені вище принципи збалансованого природокористування повинні забезпечити відповідний рівень екологічної безпеки, який на державному рівні повинен відповідати наступним *вимогам*:

• визнання екологічної безпеки як пріоритетної складової національної безпеки та стратегії гармонізації життєдіяльності і збалансованого розвитку;

• визнання екологічної безпеки як пріоритетної складової національної екологічної політики, екологічних політик корпорацій, підприємств, регіонів, місцевих органів влади;

• безпечність будь-якої системи управління, що виконує функції управління екологічною безпекою відповідно до впливів на навколишнє середовище, здоров'я населення і яка має бути організаційно визначеною (за аналогією з управлінням технічною або пожежною безпекою);

• введення екологічних обмежень та обґрунтованих нормативів на екологічно безпечне господарювання й інвестиційну діяльність, забезпечення дієвості механізму відповідальності за їх недотримання і порушення;

• розробка простих і надійних індикаторів та цільових параметрів, що забезпечують ефективність оцінки екологічної безпеки в загальній системі індикаторів збалансованого розвитку;

• системне законодавче, нормативно-правове, організаційне, наукове, кадрове та інформаційне забезпечення діяльності, що спрямована на посилення екологічної безпеки;

• забезпечення системи програмно-цільового управління безпечним вилученням твердих відходів і очищення стічних вод, вилученням радіоактивних та інших небезпечних відходів, використанням токсичних хімічних речовин, у тому числі запобігання незаконному міжнародному обігу токсичних і небезпечних продуктів;

• забезпечення програмно-цільового екологічно безпечного управління використанням біотехнологій;

• створення загальнодержавної інформаційної бази управління екологічною безпекою та оцінки ризиків виникнення екологічно небезпечних ситуацій;

• забезпечення вільного доступу до повної й достовірної екологічної інформації, своєчасне попередження населення про екологічну небезпеку;

• гарантування екологічної безпеки об'єктів підвищеної небезпеки через запровадження комплексної системи екологічного контролю, моніторингу, аудиту і страхування ризиків виникнення небезпечних ситуацій;

• обов'язковість повної компенсації завданої шкоди з боку винуватця виникнення екологічної небезпеки, реалізація принципу «забруднювач платить»;

• заміна екологічно небезпечних моделей виробництва, технологій;

• екологізація всіх функцій управління та структурної, інвестиційної і зовнішньоекономічної діяльності.

2.1.1. Класифікація та оцінка природних ресурсів

Зміст категорії «природні ресурси». За своєю матеріальною сутністю природні ресурси вважаються частиною географічного середовища. Це сукупність природних умов існування та діяльності людей. Вони належать до компонентів природи, а відтак, їх розподіл на Землі та концентрація в її надрах визначається природними закономірностями. Природні ресурси не можуть існувати і використовуватися поза природними умовами, що є їх природно-історичною базою (для виникнення і розвитку ресурсів необхідні певні природні умови). Саме тому природні ресурси мають соціальну значимість і корисність природи, її здатність задовольняти потреби людини, являють собою складну сукупність матеріальних елементів і процесів, що знаходяться в постійному розвитку у часі та просторі, будучи точкою поєднання суспільства і природи, сферою прикладання його розуму і сил.

Існують різні підходи до класифікації природних ресурсів. В основі *природних класифікацій* знаходяться відмінності природних ресурсів за генезисом і належністю до тих чи інших компонентів і сил природи. До потреб сучасної людини належать, по-перше, потреби, які задовольняються при використанні компонентів природи, по-друге – потреби, для задоволення яких необхідне суспільне виробництво. Це відповідно *екологічні і економічні потреби*. Економічні потреби вимагають інтенсивного використання природних ресурсів, а екологічні – створення умов відтворення природних ресурсів і збереження сприятливого для життя навколишнього середовища. Тому під час формування системи економічних потреб важливою проблемою є визначення оптимального співвідношення споживання і виробництва, а для системи екологічних потреб – визначення оптимального співвідношення споживання і можливостей природного середовища.

Екологічні потреби – стійкі вимоги відповідності зовнішніх умов біологічним нормам існування організму, що характеризують його залежність від безперервного процесу обміну речовини з навколишнім середовищем в тому якісному складі, що сформувався за період еволюції людини як біологічного виду[85]. Об'єктом екологічних потреб є ті блага навколишнього середовища, які не розривають зв'язків з природою і вилучаються з природи безпосереднім споживанням людиною. Людина, як частина тваринного світу потребує таких само природних елементів, що і будь-яка тварина, – повітря, сонячного світла, води, продуктів харчування, простору для існування й інших елементів природного середовища[86].

У міру розвитку людського суспільства все більше і більше матеріальних благ створюються особливим видом діяльності – працею. З цим пов'язана трансформація екологічних потреб в економічні. З натурально-природних вони перетворюються в природно-трудові. Саме на фундаменті економічних потреб виростає гігантська будова найрізноманітніших людських потреб.

Економічні потреби – частина потреб, задоволення яких пов'язане з функціонуванням суспільного виробництва, зокрема виробничої і невиробничої сфери. Визначальною ознакою економічних потреб є те, що їх задовольняють предметами, що являють собою по'єднання двох компонентів – речовин природи і праці людини.

Важливою ознакою економічних потреб є їх соціальний характер. Це пов'язано з тим, що вони не зводяться лише до суб'єктивних потреб інди-

---

[85] Залежність живих організмів від умов середовища проживання існувала завжди. Саме вміння організму зберігати своє існування в умовах середовища, які постійно змінюються, визначають його життєздатність. Будь-яка форма людського життя і діяльності суспільства, з одного боку, є функціонування людського організму, мозку, мускулів, органів чуття людини, а з іншого – взаємодія із навколишнім середовищем, використання компонентів природи для задоволення потреб. Саме прагнення до максимального задоволення потреб є рушійною силою людства в оволодінні силами природи. Мета суспільства виникає на ґрунті усвідомлення потреб, задоволення яких передбачає використовування природних ресурсів. Жодна потреба людини не може появитись без зв'язку з тим чи іншим природним фактором і не може бути задоволена без використання природних компонентів. Якщо б потреби людини були відірвані від природних умов його життя, вони ніколи не були б задоволені і являли би собою нереальні потреби.

[86] Спочатку коло цих потреб було достатньо широким, але оскільки все більше благ людина отримувала завдяки праці, коло екологічних потреб постійно зменшувалося, і нині такими є лише потреби в чистому атмосферному повітрі, сприятливому кліматі, рекреаційних природних ресурсах, певному рівні природної радіації, гравітації, шумового тиску. Так, повітря – основний фактор, без якого неможливе життя на Землі, містить в середньому близько 21 % кисню. Ця кількість однакова для всіх широт нашої планети і не змінюється до висоти 6 км. Якщо ця кількість зменшиться до 17,2 %, то стає неможливим існування людини як і будь-якої істоти. Людина може існувати лише за певної температури, і у разі певного відхилення температури від оптимальної людина гине, як і більшість теплокровних тварин.

відуума і відображення біологічних особливостей людського організму. Потреби породжуються суспільством, мають суспільно-історичний характер і відображають економічні відносини. Отже, економічні потреби можна розглядати як об'єктивно необхідні умови життя, що відповідають досягнутому історичному ступеню розвитку суспільства і його членів або як історично пов'язані, усвідомлені запити людей.

Тому категорія «економічна потреба» може розглядатися:

– як соціально-економічна категорія;

– як специфічна історична категорія, що відображає взаємовідносини людей;

– як категорія, що об'єктивно залежить від матеріальних і соціальних умов.

До конкретних економічних потреб належать:

– забезпечення їжею згідно з біологічними, етнічними та престижними нормами;

– забезпечення одягом відповідно до анатомо–фізіологічних, побутових, виробничих і рекреаційних суспільних норм, етнологічних, етнічних, соціальних і трудових потреб та еталонних норм;

– наявність постійного або тимчасового житла згідно з діючими в суспільстві нормативами;

– забезпеченість предметами побуту, меблями, особистим транспортом, кімнатними тваринами та рослинами і т. ін. згідно з медико-біологічними і суспільними нормами для даної групи населення;

– забезпеченість засобами праці згідно з нормами виробничо-технологічного укладу;

– утилізація відходів виробництва й побуту як передумова забезпечення якості природного середовища;

– сфера послуг для комфортного стану людини;

– рекреація та охорона здоров'я (у широкому значенні);

– забезпеченість засобами інформації відповідно до соціальних і трудових потреб колективу й окремої людини (книги, газети, мікрофільми, радіо і телебачення, ЕОМ та ін.);

– забезпеченість джерелами інформації (візуальна, слухова, смакова та ін.) – твори мистецтва, привабливі ландшафти, приємні запахи та ін.;

– забезпеченість засобами самовираження через етнологічні, етнічні, соціальні й трудові механізми.

Економічні й екологічні потреби існують в діалектичному протиріччі. Економічні потреби вимагають інтенсивного використання природних ресурсів, а екологічні – створення умов відтворення природних ресурсів і збереження сприятливого для життя навколишнього середовища.

Досить часто зростання економічних благ веде до зниження рівня задоволення екологічними благами, і навпаки – пріоритет екологічних благ вимагає відмови від тих чи інших економічних благ. Це пов'язано з тим, що як і економічні, так і екологічні потреби можуть бути задоволені лише шляхом використання ресурсів природного середовища, які обмежені. Проте намагання охороняти природу з'являється лише після того, як досягнуто певного рівня економічних благ. Цінність останніх в міру їх накопичення знижується, а цінність екологічних благ зростає. Економічними благами не можна компенсувати нестачу природних благ, що супроводжує сучасний економічний розвиток, для якого характерні великі обсяги використання природних ресурсів.

Природні ресурси і природокористування. На всіх етапах розвитку виробництво матеріальних благ є процесом взаємодії людей і природи. В умовах науково-технічного прогресу очевидним є посилення цієї взаємодії. Подальший розвиток продуктивних сил неминуче пов’язаний зі включенням у господарський обіг дедалі більшої кількості природних ресурсів та збільшенням навантаження на навколишнє середовище. Використання природних багатств повністю залежить від рівня розвитку продуктивних сил, а наявні природні умови й ресурси істотно впливають на розвиток продуктивних сил, прискорюючи або сповільнюючи його. Зростання економічного значення природних умов і ресурсів полягає в тому, що вони розглядаються не тільки як предмети праці, а і як засоби виробництва.

Більшість країн на ранніх етапах розвитку орієнтували свою експортну політику, опираючись на наявні природні ресурси: видобуток мінеральних ресурсів (вугілля, руди чорних та кольорових металів, хімічної сировини), збирання сільськогосподарської продукції, вико ристання рекреаційного потенціалу країни. На сьогодні економічно важливою стає глибина переробки природної сировини, а такі ресурси, як рекреаційні, у багатьох розвинутих країнах є джерелом надходження значних прибутків через так званий невидимий експорт або туризм.

Господарське значення природних ресурсів втілюється у їх економічній оцінці. Визначилися дві групи економічних оцінок: перша характеризує економічні результати використання природних ресурсів, друга – економічні наслідки дії на навколишнє природне середовище (переважно це економічні втрати від забруднення чи порушення природного середовища).

Відкритість сучасної української економіки та екологізація свідомості суспільства обумовлює державне регулювання процесів природокористування, що також визначає господарське значення природних ресурсів. Зокрема, держава повинна закласти основи глобального еколого-економіч-

ного партнерства між суб'єктами підприємництва, між іноземними партнерами, відповідно до принципів збалансованого розвитку.

За своєю економічною сутністю *природні ресурси* – це споживчі вартості, придатність і корисність, техніко-економічні властивості, масштаби та способи використання яких визначаються суспільними потребами. Природні ресурси є матеріальною базою виробництва, постійно споживаються ним і вимагають свого повного відновлення у натуральній формі. А відтак, для забезпечення безпосереднього суспільного відтворення процес праці, пов'язаний з підготовкою природних елементів до включення до господарського обігу, має бути безперервним і проводиться у сфері як матеріального, так і нематеріального виробництва: капітального будівництва, сільського та лісового господарства, видобувної промисловості, рекреаційного господарства тощо. Таким чином забезпечується зв'язок між суспільством і природою та між окремими підрозділами сфери природокористування.

Природні ресурси є категорією історичною, тому у процесі суспільного розвитку збільшуються масштаби опанування людиною компонентами та силами природи, розширюється сфера застосування, відбувається зміна пріоритетів у використанні їх та їхнього впливу на економіку.

Категорія «природні ресурси» вказує на безпосередній зв'язок природи з господарською діяльністю людини, що нерідко призводить до негативних суспільних явищ, завдаючи природі великої шкоди. А відтак процес взаємодії людини з довкіллям по суті двоєдиний. Один бік – природоспоживання, а другий – охорона природи.

Види природних ресурсів та їх класифікація. *Природні ресурси – компоненти природи, які за певного рівня розвитку продуктивних сил можуть бути використані для задоволення духовних та матеріальних потреб людини.* До них зараховують складові живої та неживої природи, що використовуються (або можуть бути використані в перспективі) як засоби виробництва, споживання й рекреації. До природних ресурсів належать:

- сприятливі кліматичні умови (енергія Сонця, вітру, води);
- ґрунти;
- рослини.

Вичерпні ресурси за можливістю самовідновлення поділяють на:

- відновлювані;
- невідновлювані.

До *відновлюваних* ресурсів, які можуть бути відновлені за певних умов, належать *біологічні та ґрунтові ресурси. Рибні, лісові ресурси, промислові тварини* можуть відновлювати свою кількість за умови обмеження їхнього використання людиною. Проте це можливо тільки за умов недосягнення «критичної точки», за якою самовідновлення без допомоги

людини нереальне. У зв'язку з цим виділяють особливі *генетичні ресурси*, тобто спадкову інформацію, яка міститься в генетикному коді живих істот. У результаті нестримного використання й погіршення умов існування багато видів живих істот уже зникло або перебуває на межі зникнення.

Невідновлюваними природними ресурсами є мінеральні ресурси. Вони утворювалися впродовж тривалого геологічного розвитку планети Земля й за умов постійного використання не можуть відновлюватися. Щорічно з земних надр видобувають понад 100 млрд т різноманітної мінеральної сировини й палива. Тільки 1,5–2 % перетворюється на кінцевий продукт. Такі ресурси варто використовувати раціонально, економно і за можливості повторно.

Невичерпні природні ресурси – природні ресурси, які не зменшуються за умов їхнього використання. Це кліматичні ресурси (енергія Сонця, вітру, припливів, відпливів). Їх не споживають безпосередньо в господарській діяльності, не знищують, але в процесі використання вони можуть погіршуватися. У недалекому минулому до невичерпних зараховували атмосферне повітря й воду. Проте дедалі більший антропогенний вплив спонукав до віднесення їх до вичерпних, хоч і відновлюваних ресурсів.

За способом господарського використання ресурси можна поділити на *виробничі та невиробничі*. *Енергетичні виробничі ресурси* є джерелами енергії для людини в її господарській діяльності. Це сонячна енергія, космічна енергія, енергія морських припливів і відпливів, геотермальна гравітаційна енергія, енергія вітру, атмосферна електрика, земний магнетизм, біопаливо, нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, торф, атомна і термоядерна енергія. До *промислових виробничих ресурсів* традиційно зараховують різноманітні паливно-енергетичні ресурси та різні види промислової сировини, водні, земельні, біологічні ресурси. *Сільськогосподарськими* вважають *ґрунтові та агрокліматичні* природні ресурси.

Ресурсами невиробничої сфери є оздоровчі (рекреаційні) ресурси, до яких зараховують мальовничі ландшафти, сприятливі кліматичні умови, лікувальні грязі, мінеральні джерела, а також культурно-естетичні ресурси, до яких залучають матеріальні й духовні цінності.

Виділяють також ресурси *прямого використання*, що вилучаються з природного середовища (лікарські рослини, ягоди, гриби).

Оскільки природні ресурси – це природні тіла, компоненти географічної оболонки Землі, вони мають *природну класифікацію*. А тому, виходячи з належності ставлення до природних систем, а також їх розміщення, природні ресурси поділяються на такі групи:

1) за ознакою належності до природних систем: *космічні* (проміння, метеорити), *планетарні* (геліоенергія, гравітаційна енергія), *ресурси Землі* (атмосфера, гідросфера, літосфера та її елементи);

2) за відношенням до природних систем: *елементи природних систем* (мінерали, ґрунти, види рослин і тварин тощо) *та результати їх функціонування* (поліпшення родючості ґрунтів, приріст біологічної маси, зростання поголів'я та маси тварин тощо). Проте останні важко віднести до чисто природної класифікації, оскільки вони демонструють результати взаємодії природи з суспільством;

3) за видом і тривалістю кругообігу: *довготривалий кругообіг* (космічний, геологічний) і в *короткотривалий* (біологічний кругообіг води);

4) за характером розміщення на поверхні землі: приблизно *рівномірно розподілені* (атмосфера, біосфера) та *зосереджені* (гідросфера, літосфера та їх елементи);

5) за можливістю переміщення територією: природні ресурси, що *переміщуються природно* (повітряні маси, вода, тварини), та такі, що *не переміщуються* (рослинні);

6) за видами: *мінеральні, кліматичні, водні, земельні, лісові, рекреаційні тощо*[87].

Зважаючи на *господарське використання природних ресурсів*, вони поділяються на такі групи:

1) за територіальною належністю: *світові* (глобальні) та *національні* (пов'язані з певною територією);

2) за вичерпністю: всі природні ресурси поділяються на *вичерпні та невичерпні.* Вичерпні природні ресурси поділяються на *відтворювані та невідтворювані*. Невідтворювані ресурси у разі їх видобування і використанні, не відтворюються природою чи відновлюються в строки, значно довші порівняно зі швидкістю їх використання.

До *невідтворюваних ресурсів* належать багатства надр (горючі копалини, металічні та неметалічні корисні копалини). Використання цих ресурсів можливе тільки один раз, і воно неминуче призводить до виснаження їх запасів. Поповнення цих запасів або відбувається дуже повільно, або взагалі неможливе, бо відсутні умови, за яких вони виникли багато мільйонів років тому. За раціонального використання ресурсів надр ними можна користуватись довгий час.

До *відтворюваних ресурсів* належать ґрунти, рослинність, тваринний світ, а також деякі мінеральні ресурси, наприклад, солі, що осідають

[87] Природна класифікація не вказує на розміщення тієї чи іншої групи природних ресурсів у процесі суспільного відтворення. Тривалий час природні ресурси вивчалися переважно природничими науками, тому їх класифікація була заснована на таких критеріях, як форма природних речовин, їх розміщення, ступінь вивченості, характер і вміст у них корисного компонента тощо. Тільки через порушення екологічної рівноваги природні ресурси стали об'єктом вивчення економіки, у зв'язку з чим з'явилася потреба в класифікації природних ресурсів за критерієм господарського використання. Тому застосовуються інші ознаки для класифікації основною з яких є господарська.

в озерах і морських лагунах, тощо. Вони можуть відтворюватися в природних процесах і підтримуватися у деякій постійній кількості, визначеній рівнем їх щорічного відтворення і споживання.

Невичерпними називаються природні ресурси, існування яких не обмежене часом. До невичерпних природних ресурсів належать *кліматичні і гідрологічні, сонячна енергія, дощові опади, кінетична енергія вітру і морського прибою, потенційна енергія рік і морських припливів, вода як речовина і засіб транспортування*. За будь-якого інтенсивного споживання їх кількість не зменшується, чи зменшується настільки мало, що ця величина на практиці ігнорується;

3) за поновленням: *поновлювальні (біологічні), частково поновлювані або ті, що залучаються у повторне використання (сировинні), непоновлювані (горючі копалини).*

До групи *частково поновлювальних* природних ресурсів належать торф, самоосадні солі, ґрунти, ресурси деревини, темпи поновлення яких значно відстають від темпів експлуатації.

Непоновлювані природні ресурси – це природні ресурси, що не відновлюються самостійно після їх використання або відновлюються впродовж дуже тривалого часу. До них належить *більшість корисних копалин* (руди, нафта, природні горючі гази, вугілля, горючі сланці, ядерна енергія поділу урану та термоядерна, мінеральні й будівельні матеріали тощо);

4) за напрямком використання: *паливно-енергетичні, мінерально-сировинні, продовольчі* та ін;

5) за рівнем вичерпності: *прогнозні, виявлені, детально вивчені;*

6) за можливістю використання: *недоступні, резервні, можливі для використання, й ті, що використовуються;*

7) за характером використання: *одноцільового* (сировинні) та *багатоцільового* використання (лісові, водні, земельні);

8) за якістю: кожний вид природних ресурсів поділяється на *класи, групи, типи* та інші класифікаційні одиниці;

9) за впливом виробництва: ті, що зазнають *шкідливого впливу* (біологічні), зазнають *невеликого впливу* (гідросфера, атмосфера, поверхня літосфери), *не зазнають впливу* (глибинна частина літосфери).

За можливістю залучення до господарського обігу природні ресурси можна поділити на придатні для експлуатації (дійсні) та потенційні. *До придатних для експлуатації* належать ресурси верхньої оболонки Землі та енергії Сонця, а *до потенційних* – ресурси космосу та морських глибин.

Потенційні ресурси хоча й наявні, але не використовуються внаслідок недостатнього рівня розвитку техніки, нерозробленості технології або економічної неефективності. Нерідко існування таких ресурсів має прогнозний і навіть ймовірнісий характер.

До *потенційних* природних ресурсів належать, по-перше, елементи природи, які знаходяться на стадії вивчення та підготовки до промислової експлуатації (освоєння), що є першим етапом залучення природних ресурсів до господарського обігу, приведення їх у такий стан, який дозволяє розпочати їх експлуатацію (наприклад, розвідані родовища корисних копалин); по-друге, природні ресурси, що не можуть використовуватись у господарстві через неможливість вивезення їх з місця видобутку. Отже, для включення потенційних природних ресурсів у суспільне споживання, тобто для перетворення їх на можливі для експлуатації (дійсні), необхідні додаткові затрати праці, що нададуть цим засобам виробництва певну якісну завершеність.

У господарському розумінні *можливі для експлуатації природні ресурси* поділяються на чотири групи:

1) *зовнішні* – енергія Сонця, гравітаційна енергія;

2) *поверхні Землі*, що своєю чергою поділяються на ресурси фізичного середовища (поверхні літосфери та гідросфери) та біологічні (наземні, водні, ґрунтові);

3) *земних глибин* – мінерально-сировинні (металічні, неметалічні);

4) *паливно-енергетичні*.

За цільовим призначенням природні ресурси поділяються на: матеріальні, пізнавальні, естетичні, рекреаційні тощо. За рівнем потреби для життя людини природні ресурси поділяються на: *вкрай потрібні* (повітря, вода, їжа) і *відносно байдужі.*

У зв'язку з інтенсивним використанням природних ресурсів, їх виснаженням і деградацією вони стають предметом все більшого вивчення багатьох галузей науки: економіки, екології, географії, геології тощо. Комплексне використання природних ресурсів встановлює можливість і необхідність варіантного підходу до їх використання. Вибір варіанта, хоч і заснований на всебічному врахуванні природних властивостей ресурсів, але визначається не ними, а соціально-економічними і технічними факторами – загальними і локальними. Значну роль в удосконаленні методичних прийомів такого вибору може і повинна відіграти економічна оцінка ресурсів, що сама тісно пов'язана з рішеннями щодо використання цих ресурсів, які приймаються на основі вибору варіантів.

2.1.2. Природні ресурси України та світу

Особливості походження та загальна характеристика мінеральних ресурсів України. Під мінеральними ресурсами розуміють сукупність розвіданих запасів різних видів корисних копалин, які можуть бути використані за сучасного рівня розвитку продуктивних сил. Мінеральні

ресурси, як і лісові та земельні, є основними предметами праці сучасного суспільства.

Розміщення мінеральних ресурсів, або корисних копалин на планеті обумовлено природними законами. Як відомо, ці ресурси розміщені досить нерівномірно. В неоднорідній за своїм складом земній корі спостерігається закономірна зміна хімічного складу з глибиною. Літосфера поділяється на три великі зони:

• *Поверхнева зона* – гранітна, кисла, з такими хімічними елементами, водень, гелій, літій, берилій, бор, кисень, фтор, натрій, алюміній, кремній, калій, рубідій, цирконій, ніобій, молібден, олово, цезій, тантал, вольфрам, радій, радон, торій, уран, а також елементи менш типові – фосфор, хлор, титан, марганець, золото, рідкоземельні.

• *Середня зона* – базальтова, основна, з типовими елементами: вуглець, кисень, натрій, магній, алюміній, фосфор, сірка, хлор, кальцій, марганець, бром, йод, барій, стронцій.

• *Глибинна зона* – перидотитова, ультраосновна, з такими типовими елементами: залізо, титан, ванадій, хром, кобальт, нікель, рутеній-паладій, осмій-платина.

Окрім того, виділяється типова *жильна група хімічних елементів* з переважанням металів. У жилах переважно концентруються залізо, сірка, кобальт, мідь, нікель, цинк, галій, германій, миш'як, селен, молібден, срібло, кадмій, індій, олово, сурма, телурій, золото, ртуть, свинець, вісмут.

Україна належить до регіонів світу, найбільш насичених мінеральними ресурсами. На її території розвідано понад 7667 родовищ 94 видів корисних копалин. Із них на державному балансовому обліку знаходяться понад 5860 родовищ. Експлуатується 3222 родовища 62 видів корисних копалин (станом на 2005 р.).

Україна володіє *одними з найбільших у світі запасами залізних, марганцевих, титанових, уранових і цирконієвих руд.* До розряду високоякісних відносяться вугільні, каолінові, графітові, калійні родовища. Значними є запаси кам'яної солі, самородної сірки, флюсової сировини і вогнетривких глин, скляних пісків, бентонітів, цементної сировини та низки інших видів корисних копалин. До відносно незначних належать запаси газу та нафти.

Залежно від складу та характеру використання в господарстві корисні копалини поділяються на такі групи:

• *Горючі:* нафта, горючий газ, вугілля, торф, горючі сланці.

• *Рудні* або металеві: руди чорних, кольорових, рідкісних, благородних і радіоактивних металів.

• *Нерудні* або неметалеві: а) будівельні матеріали (природне будівельне каміння, будівельні глини, цементна сировина); б) індустріальна міне-

ральна сировина (азбест, графіт, слюда, корунд, магнезит, скляні піски); в) хімічна мінеральна сировина (солі, сірка, селітра); г) сировина для виробництва мінеральних добрив (калійні солі, фосфорити, апатити); г) коштовне, напівкоштовне та виробне каміння (алмаз, рубін, смарагд, сапфір, топаз, аметист, яшма, малахіт, мармур та ін.).

Сукупна продуктивність мінерально-сировинного потенціалу України, розрахована В. П. Руденком, оцінюється в 17,3 млрд доларів США. Переважну частину цієї вартості становить природно-ресурсний потенціал паливно-енергетичних ресурсів – 71,9 %, частка металічної сировини – 16,6 %, будматеріалів – 6,9 %, нерудної сировини для металургійної промисловості – 2,3 %, гірничо-хімічної сировини – 2,2 % (табл. 1).

Таблиця 1

Промислові запаси корисних копалин в Україні[88]

Корисні копалини	Кількість родовищ	Одиниця виміру	Балансові запаси А+В+С1	Річний видобуток
Нафта	117	млн т	159,3	4,1
Конденсат	123	млн т	179,2	1,12
Природний газ	210	млрд $м^3$	1094,7	27
Природний газ (сланцевий)	91	млрд $м^3$	38,5	1,117
Вугілля кам'яне	717	млн т	44067,7	Близько 100
Вугілля буре	115	млн т	3169,8	8,4
Залізна руда	84	млн т	28335,5	236,7
Марганцеві руди	8	млн т	2358,9	15,8
Нікелева руда	10	млн т	29,54	0,78
Бентонітові глини	5	млн т	62,25	0,46
Солі калійні	13	млн т	3059,59	2,61
Фосфоритова руда	4	млн т	207,2	0,9
Глина вогнетривка	16	млн т	541,0	0,33
Вапняк флюсовий	16	млн т	2138,7	39
Облицювальні матеріали	94	млн $м^3$	247,3	0,53
Каміння будівельне	692	млн $м^3$	9027,1	2,9
Цементна сировина	120	млн м	2371,7	25,6

Поклади мінеральних ресурсів мають різний рівень вивченості та різний рівень точності оцінки. За ступенем розвіданості та кількісної визначеності запаси мінеральних ресурсів поділяються на чотири категорії:

А – детально розвідані родовища з точно визначеними межами залягання, властивості яких докладно вивчено;

[88] Таблицю тут і нижче складено з використанням: 1. Руденко В. П. Географія природно-ресурсного потенціалу України : – підручн. у 3-х ч. / В. П. Руденко. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2010. – 552 с. 2. Паранько І. Мінерально-сировинний потенціал України : навчальний посібник / Ігор Паранько, Людмила Бурман, Сергій Ярков. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2011. – 332 с.

В – розвідані родовища з приблизно визначеними межами залягання;

C_1 – розвідані в загальних рисах родовища із запасами, підрахованими за допомогою екстраполяцій;

C_2 – попередньо оцінені запаси, якість яких визначена за єдиними пробами та зразками.

Усі ці чотири категорії складають балансові запаси, використання яких економічно доцільно. До збалансованих запасів корисних копалин належать ті, які при наявній техніці не можуть бути ефективно використані. Існує також категорія прогнозних запасів корисних копалин, що оцінюються наближено у вигляді можливих.

Характеристика окремих видів мінеральних ресурсів України. У цілому значні запаси *паливних ресурсів* характеризуються різким переважанням у їх структурі твердих видів палива: бурого і кам'яного вугілля, горючих сланців і торфу та дефіцитом рідких і газоподібних вуглеводів. Відсутність достатньої кількості нафти і природного газу створює значні труднощі для розвитку економіки.

Вугілля відіграє важливу роль у сучасному світовому господарстві завдяки своїм фізико-хімічним властивостям і величезним запасам. За походженням і якістю розрізняють *кам'яне та буре вугілля*. Світові запаси кам'яного вугілля становлять майже 22 трлн т. Загальні запаси вугілля в Україні становлять 100 млрд т. Підготовлені до експлуатації родовища мають майже 10 млрд т енергетичного вугілля. Якщо щорічно видобувати 240 млн т, то запасів вистачить на 300–400 років.

Вугілля – важливе джерело енергії багатьох країн. Споживання його на одного жителя в Польщі – в 3 рази, у США та ПАР – майже в 2 рази, у Росії – у 1,5 рази більше, ніж в Україні.

Основним кам'яновугільним басейном України є *Донбас*, який охоплює територію понад 50 тис. км^2 у трьох східних областях держави (Донецькій, Луганській і Дніпропетровській обл.), містить понад 45 млрд т балансових запасів вугілля. У Донбасі найбільше шахт зосереджено у центральній частині Донецької області, де головним чином видобувають коксівне вугілля (Донецьк, Макіївка, Єнакієве, Красноармійськ, Горлівка, Костянтинівка), у Луганській області (Красний Луч, Стаханов, Краснодон, Антрацит). Зокрема, в Антрацитівському, Лутугинському та Алчевському районах більше добувають енергетичного вугілля. У Донбасі зосереджено 98 % усіх промислових запасів кам'яного вугілля України. В *Львівсько-Волинському басейні* обсяг видобутку кам'яного вугілля становить у 2000–2001р. близько 3 млн т на рік. Площа басейну 10 тис. км^2. Вугільні шари залягають на глибині 300–500 м. У Львівсько-Волинському басейні тепер діє близько 21 шахти. Однак запаси вугілля тут невеликі, тому передбачається на перспективу залишити тільки дві діючі шахти. Цей басейн

практично є лише південно-східною окраїною великого *Люблінського басейну* (Польща), тому він і має незначні промислові запаси кам'яного вугілля – близько 1 млрд т, потужність пластів від 0,5 до 2 м (табл. 2).

Найбільші поклади бурого вугілля зосереджено у *Дніпровському буровугільному басейні*, що знаходиться на Правобережжі України й об'єднує родовища Житомирської, Вінницької, Київської, Кіровоградської, Черкаської, Запорізької та Дніпропетровської областей. Все ж видобуток бурого вугілля ведеться переважно в Кіровоградській та Черкаській областях. Усього в басейні налічується до 200 родовищ із загальними запасами 2,7 млрд т. Вугілля залягає на глибині від 10 до 170 м. Разом з тим є родовища, де розробка відбувається відкритим способом. Найбільше таких родовищ у Кіровоградській (29), Дніпропетровській (19) та Черкаській (5) областях.

Таблиця 2

Видобуток вугілля шахтами України (млн т)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1999	2001	2010
Вугілля всього	164,8	135,6	133,7	115,8	94,6	83,8	70,5	81,7	61,6	75,2
Кам'яне	155,5	128,4	127,9	111,7	91,9	81,5	68,9	80,5	60,8	74,3
Буре	9,3	7,2	5,8	4,1	2,7	2,3	1,6	1,2	0,8	0,9

Щорічно в Україні споживається більше 85 млн т вугілля. Більше 90 % вугілля використовують галузі промисловості. Питома вага житлового-комунального господарства у загальному споживанні становить 0,2 %. Частка інших галузей економіки у потребах вугілля не перевищує 1 % кожна, зокрема будівництво – 0,3 % від загального показника. Україна щорічно імпортує кам'яне вугілля (з Польщі), натомість 30 % видобутого кам'яного вугілля у Донецькому басейні експортується за межі України.

Підприємствами нафтової галузі щорічно видобувається близько 4 млн т нафти (включаючи газовий конденсат). Однак за останні 10 років видобуток нафти підприємствами галузі постійно скорочується, про що свідчать дані таблиці 3.

Таблиця 3

Видобуток нафти (включаючи газовий конденсат) в Україні (млн т)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1999	2001	2010
Нафта	5,3	4,9	4,5	4,2	4,2	4,1	4,1	3,8	3,7	2,6

В Україні налічується близько 45 нафтових, 78 газових, 45 нафтогазоконденсатних, 4 нафтогазові, 6 газонафтових, 78 газоконденсатних

родовищ. Загальні запаси газу за промисловими категоріями перевищують 1133 млрд $м^3$, нафти – 153 млн т (1990 р.). Основна частина запасів і видобутку зосереджена у небагатьох родовищах. Більшість родовищ нафти в Україні є комплексними (вміщують конденсат, супутний газ) і невеликими за запасами. Газові родовища мають потужні поклади (добовий дебіт свердловин на окремих нових родовищах становить 2 млн $м^3$). Загальний ступінь освоєності родовищ вуглеводнів в Україні перевищує 74 %, запаси нафти освоєні майже на 84 %, а тому відпрацьовані більше ніж на 67 %.

Найбільше нафти видобувається у *Дніпровсько-Донецькій нафтогазовій області*, яка простягається на 650–700 км, вузькою (80–150 км) смугою на Лівобережній Україні. Виявлено понад 140 родовищ нафти, газу та газового конденсату. Найбільшими нафтовими родовищами є *Гнідинцівське, Качанівське та Яблунівське.* Нафтогазові поклади зосереджені у Сумській (*Охтирське і Качанівське родовища*), Чернігівській (*Гнідинцівське, Прилуцьке родовища*) і Полтавській (*Сагайдацьке, Зачепилівське, Радченківське родовища*) областях.

Передкарпатська нафтогазоносна область із промисловими запасами нафти і газу на площі 15 тис. $км^2$, розміщена у межах Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей. Розвідано 29 нафтових, 7 нафтогазоконденсатних родовищ. До найбільших належать *Волинське, Орів-Уличнянські, Бориславське, Долинське, Битків-Бабченське нафтові і Дашавське, Угерське, Більче-Волинське, Рудківське, Ходовицьке і Калуське* газові родовища, які сильно вичерпані.

Причорноморсько-Кримська нафтогазоносна область розміщена на Півдні України та в прилеглих районах акваторії Чорного моря. Західна межа проходить меридіаном міста Одеси, північна – по лінії Одеса – Херсон – Бердянськ, східна – вздовж берегів Азовського моря, а південна – по широті міста Євпаторія. Площа області 25 тис. $км^2$, із неї на суходолі 12 тис. $км^2$. Відкрито 1 нафтове родовище. Тривають пошуки горючих корисних копалин у рівнинній частині Криму. Найбільшими нафтовими родовищами України є *Леляківське, Глинсько-Розбишівське*; нафтогазовими – *Качанівське, Рибальське*; газовими – *Шебелинське, Єфремівське, Західнохрестищенське.*

Основні надії покладаються на більш глибокі пласти вже відомих провінцій (особливо Передкарпаття) та шельфів Чорного й Азовського морів. Треба також врахувати, що в колишньому СРСР переважно видобували тільки 30–40 % загальногеологічних запасів родовищ, а в країнах з високим рівнем технологій віддача пластів досягає 70–80 %. Оскільки в Україні до цього часу вже видобуто понад 250 млн т нафти і понад 1 трлн

$м^3$ природного газу, то, використовуючи новітні технології підвищення віддачі пластів, можна різко підвищити видобуток нафти і газу[89].

Як ресурси низькосортного палива або сировина для виробництва нафтопродуктів можуть розглядатися *горючі сланці*: *сапропелітові* Бовтинського родовища (на межі Черкаської і Кіровоградської обл.) і *мелінітові* – Карпат. Навіть враховуючи низьку якість мелінітових сланців і вихід сланцевої смоли в 3–4 %, при загальних запасах 500 млрд т, у них міститься 15–20 млрд т вуглеводневої сировини, що на порядок більше, ніж сукупні ресурси нафти і газу. Сланці могли б стати значним джерелом нафтопродуктів, але при цьому необхідно вирішити проблеми їх комплексного використання і збереження мальовничих ландшафтів Карпат.

Нафта на сучасному етапі розвитку суспільства – найважливіший і найпрогресивніший мінеральний ресурс. Її калорійність значно вища, ніж таких видів палива, як вугілля, торф, сланці. Вона є високоекономічною вуглеводневою сировиною для виробництв, які базуються на хімії органічного синтезу. З нафти одержують високоякісні види пального, різні мастила і широкий асортимент цінних хімічних продуктів. На жаль, розвідані запаси цієї цінної сировини в Україні невеликі.

Нині Україна власним видобутком може задовольнити свої потреби в нафті лише на 10 %, у газі – на 20–25 %. Її частка у світовому видобутку нафти й газу дуже незначна (0,02 % видобутку нафти й конденсату та 0,3 % видобутку газу). В Україні нафти видобувається у 100, а газу –

---

[89] *Сланцевий газ (природний)* (англ. *Natural shale gas*) – альтернативний природний газ, що видобувається зі сланцю, складається переважно з метану. Для його видобутку використовують горизонтальне буріння і гідророзрив шару (англ. *Hydraulic fracturing*). Аналогічна технологія видобутку застосовується і для отримання вугільного метану. Хоча сланцевий газ міститься в невеликих кількостях (0,2–3,2 млрд $м^3/км^2$), але за рахунок розтину великих площ можна одержувати значну кількість такого газу. Головна перевага сланцевого газу – близькість до ринків збуту. За попередніми підрахунками ресурси сланцевого газу в світі становлять 200 трлн $м^3$. У США розвідані запаси сланцевого газу становлять 24 трлн $м^3$ (технічно досяжні для видобутку – 3,6 трлн $м^3$). Провідною корпорацією в США з видобутку сланцевого газу є Chesapeake Energy. «Використання сланцевого газу, як очікують, значно посилить енергетичну безпеку США та допоможе знизити забруднення парниковими газами. За підсумками 2009 року сланцевого газу в США видобували 14 % від усього горючого газу. Попри економічну кризу і падіння споживання в США, загальний видобуток газу збільшився на 3,7 % до 624 мільярдів кубометрів при серйозному падінні видобутку «звичайного» газу. США вперше за останні десятиліття за обсягами видобутку обігнали Росію. Цю ситуацію головний виконавчий директор *BP* Тоні Гейвард назвав «тихою революцією». За його словами, ці додаткові поставки і набута США самостійність в забезпеченні газом викликали перенасичення світового газового ринку і зниження цін. Частка сланцевого газу, що там видобувається, постійно збільшується, що може привести до істотних змін в розподілі світового ринку газу між країнами. Підготовчі роботи з видобутку сланцевого газу ведуться в багатьох країнах світу. Перша газова свердловина в сланцевих шарах була пробурена в США ще в 1821 році. Ініціаторами масштабного виробництва сланцевого газу в США є Джордж П. Мітчелл і Том Л. Уорд.

у 15 разів менше, ніж у США. Частка нашої країни у європейському видобутку цих видів ресурсів теж невисока: нафти – близько 0,2 %, газу – 1,6 %. Ще донедавна Україна вважалась країною, забезпеченою цими видами палива, і за запасами і видобутком вуглеводнів займала серед республік колишнього Союзу друге місце після Російської Федерації.

Рудні ресурси України представлені насамперед *рудами чорних металів*. На території України сконцентровано до *20 % світових ресурсів марганцевих руд і понад 5 % запасів залізних руд.*

В Україні відкрито понад 80 родовищ залізної руди. Балансові запаси залізних руд за категоріями А+В+С1 на 1990 р. становили 28,2 млрд т. У складі руд 24,7 млрд т залізних кварцитів і 1,8 млрд т багатих залізних руд, 1,7 млрд т бурих залізняків. Основні басейни залізних руд – *Криворізький (78,5 % запасів), Керченський (8,7 %) і райони Кременчуцький (7,1 %) та Білозерський (2,5 % запасів).* Криворізький басейн має світове значення.

Марганцеві руди є другим після залізних руд компонентом сировинної бази металургійного виробництва. За запасами марганцевої руди (2,4 млрд т, у тому числі активних – 1 млрд т) Україна посідає провідне місце в світі. У межах України зосереджена майже половина відомих світових запасів марганцевої руди. Основні поклади її розміщуються в двох басейнах – *Нікопольському* (Дніпропетровська область) та *Великотокмацькому* (Запорізька). Крім цих басейнів, поклади марганцевої руди є в Карпатах, Донецькій та Одеській областях, Побужжі. Наша країна має значну сировинну базу кольорової металургії. Її надра багаті на поклади різноманітних руд, зокрема алюмінієвих і таких, що містять в собі титан, цирконій, магній, ртуть та інші метали.

За запасами *титанової сировини* Україна займає помітне місце у світі. *Титано-цирконієві* руди є в Житомирській, Київській, Дніпропетровській, Черкаській і Донецькій областях.

Важливе народногосподарське значення має *алюміній*. Добувають його з алюмінієвих руд – *бокситів, алунітів, нефелінів* тощо. В Україні вони представлені покладами *бокситів* (Смілянське – в Черкаській області і Високопільське – в Дніпропетровській), *нефелінових сієнітів* (у Приазов'ї), *алунітів* (Беганське і Берегівське родовища в Закарпатській області).

Запаси *ртутних руд* в Україні зосереджені в основному в межах Донецького кряжу. Розробляється *Микитівське* родовище ртуті (Горлівка Донецької області). Основний мінерал цих руд – кіновар (містить понад 80 % ртуті).

В Україні добувають *нікеле-кобальтові і залізонікелеві руди* (на Побужжі і в Придніпров'ї). Вміст нікелю в рудах невисокий – 0,4–1,5 %. Промисловими вважаються руди, у яких міститься понад 1 % нікелю.

Поліметалічні руди, до складу яких входять свинець і цинк, розвідані в межах *Донецького кряжу, в Закарпатті* (Берегівське і Беганське родовища), прояви їх виявлені у *Передкарпатті.*

В Україні поширені руди *рідкісноземельних і розсіяних металів*. Основні промислові мінерали цих елементів: *монацит, бастензит, лопарит, газолініт, евксеніт* та ін. З різної за хімічним складом сировини на підприємствах України одержують вольфрам, молібден, цезій, торій, літій, берилій, гафній, ніобій, індій, германій, кадмій, тантал, рідкісноземельні елементи церієвої (лантан, церій, празеодим тощо) та ітрієвої (гадоліній, ітрій, тербій тощо) груп.

Україна має значні запаси *уранових руд*. Основний промисловий мінерал руди – ураніт (вміст ізотопів урану до 38 %). Добувають уран в Кіровоградській і Дніпропетровській областях. Уранові руди – стратегічна сировина, необхідна для функціонування атомної енергетики.

Територія України є в цілому багата на *нерудні корисні копалини* і тому її соціально-економічний комплекс практично повністю забезпечений ресурсами будівельних матеріалів і значною мірою – покладами *гірничохімічної сировини*.

Родовища *самородної сірки* Прикарпаття (Новий Роздол, Яворів) не тільки забезпечують потреби України, але і дають змогу експортувати сірку в інші країни світу. Хоча з точки зору екологічної безпеки треба зменшити масштаби її видобутку.

Поклади *калійних солей* сконцентровані у Передкарпатському соленосному басейні. Загальні запаси 13-ти розвіданих родовищ становлять майже 3 млрд т, а в перерахунку на поживну речовину K_2O – близько 300 млн т. Тепер розробляються *Калусько-Долинське* (Івано-франківська обл.) і *Стебницьке* (Львівська обл.) родовища.

Важливою сировиною для харчової і хімічної промисловості є *кухонна сіль*, яка представлена величезними родовищами кам'яної солі – галіту (*Бахматським, Слов'янським і Новокарфагенським на Донбасі та Солотвина на Закарпатті*). Вже майже тисячу років видобувають сіль із сильномінералізованих підземних вод Передкарпаття, самоосадних солей затоки Сиваш, та з інших солоних лиманів Чорноморсько-Азовського узбережжя Криму. Розвідані запаси солей перевищують 9 млрд т, а з урахуванням відкритих солянокупольних структур Дніпровсько-Донецької западини і Одеської області, а також того, що запаси ропи в озерах і лиманах півдня України постійно поповнюється, можна сказати, що держава володіє практично необмеженими запасами кухонної солі.

Із *фосфатних руд* на території України поширені переважно фосфорити, але родовища їх мають незначні запаси, низький вміст P_2O_5 і несприятливі умови експлуатації. З усіх родовищ Волино-Поділля, При-

дністров'я і Дніпровсько-Донецької западини найбільш відомі й вивчені *Незвіське* (Івано-Франківська обл.) і *Кролевецьке* (Сумська обл.).

Вогнетривкі глини, що використовуються для виробництва термічно стійких матеріалів, в основному концентруються в родовищах Донбасу (*Часояворське, Новорайське*) та Придніпров'я (*Поволзьке, П'ятихатське, Кіровоградське*). *Бентонітові глини* з високими адсорбційними властивостями, пластичні та легкоплавкі поширені на заході (Закарпатська, Львівська, Тернопільська обл.), на сході (Донецька обл.), на півдні України (Крим). Але найбільше родовище цих глин *Черкаське*, яке має площу понад 500 км^2 і потужність покладів від 0.5 до 43 м.

Родовища *флюсових вапняків і доломітів* знаходяться неподалік від основних центрів чорної металургії України, переважно в Донецькій обл., Криму і на Придніпров'ї, і повністю задовольняють потреби господарства країни. Достатні запаси *формувальних пісків* алювіального і морського походження є в Черкаській, Запорізькій, Донецькій та інших областях.

У різних галузях промисловості для очищення газів і стічних вод як наповнювач мінеральних добрив і добавку до кормів домашніх тварин можна використовувати *цеоліт*. Його промислові родовища виявлені в неогенових туфах Закарпаття, а цеоліти Криму не можуть розглядатися як промислова сировина, бо знаходяться в межах заповідника «Карадаг».

Значні запаси *графіту* дають змогу задовольняти потреби електротехнічної, хімічної, металургійної, олівцевої промисловості України і експортувати високоякісну сировину в інші країни, хоч розробляється тільки єдине *Завалівське родовище* на Кіровоградщині. Крім того, є поклади на Волині, у Придніпров'ї та Приазов'ї.

Для *цементної сировини* використовуються карбонатні породи, гіпси і глини, які зустрічаються практично по всій території України, але оптимальні їх поєднання і найбільші їх запаси є в Рівненській, Хмельницькій, Донецькій, Львівській, Харківській, Чернігівській, Івано-Франківській областях і в Криму. Значні запаси *писальної крейди* зосереджені в Донецькій обл. і в межах Волинської височини.

Глини, суглинки, глинисті сланці і мергелі придатні для виробництва *цегли і черепиці*, поширені практично на всій території України за винятком гірських районів Карпат і Криму. Поклади *каолінів*, які широко використовуються у фарфоро-фаянсовій та інших галузей промисловості пов'язані з корою вивітрювання Українського кристалічного щита. Сотні родовищ, потужність покладів у яких досягає 50, а інколи й і 100 м, містять понад 400 млн т промислових запасів. Розвідані запаси *скляних пісків* становлять 220 млн т і сконцентровані в 24 родовищах Донецької, Харківської, Львівської та інших областей держави.

В Україні є дуже багаті поклади *будівельного каменю*, які становлять близько 8 млрд $м^3$ розвіданих запасів і в тому числі якісного облицювального каменю – 280 млн $м^3$. Серед них найкращими є *граніти і граніто-діорити* Житомирської, Вінницької, Хмельницької, Запорізької, Рівненської обл.; *базальти* Рівненської обл.; *лабрадорити* Українського кристалічного щита; *мармури і туфи* Криму і Закарпаття. Раціональний їх видобуток і експорт могли б давати Україні 0.5 млн дол. на рік. Із виробничого каменю найбільшу цінність має *родоніт* знайдений у Карпатах, *пірофілітовий сланець* Овруцького кряжа і скам'яніле дерево.

Проблеми забезпеченості та раціонального використання мінеральних ресурсів. В епоху науково-технічної революції до господарства залучаються все більші обсяги природних ресурсів. З мінеральних ресурсів виробляється 70 % промислової продукції. Промислово розвинуті країни імпортують сировину. У США 50 % потреб у сировині задовольняються за рахунок імпорту.

Через 15 років відбувається подвоєння промислових та енергетичних потужностей у світі, з чим безпосередньо й пов'язане зростання масштабів експлуатації природних ресурсів. Тільки за останні десятиліття у світі витрачено стільки ж природної сировини, скільки за всю попередню історію людства. Скорочуються запаси та погіршується якість багатьох видів природних ресурсів. Зростає необхідність розробки та здійснення заходів щодо охорони довкілля. Забезпеченість природними ресурсами та стан довкілля для окремих держав, груп країн, деяких регіонів й у глобальних масштабах набуває все більшого значення для вирішення господарських завдань[90].

Для експлуатації корисних копалин потрібно, щоб родовища містили достатню економічно вигідну кількість необхідних корисних компонентів. Крім кількісної сторони, враховуються якісні показники – вміст корисних компонентів, умови та глибина залягання, потужність пластів, особливості покривних шарів тощо.

Багато корисних копалин містять по кілька компонентів (наприклад, поліметалічні руди), мають корисні домішки. Поряд із мінеральними ресурсами одного виду розміщені ресурси інших видів, що потребує комплексного використання сировини.

---

[90] Проте ці ресурси здебільшого вичерпні і невідновні. Металеві руди, особливо ті, які містять рідкісні метали, дефіцитні. Нині деякі країни (наприклад, Китай, Японія) скуповують їх і рідкісні метали на світових ринках, оскільки передбачають бурхливий розвиток власних продуктивних сил у XXI столітті. Без сировини рідкісних і рідкоземельних металів у майбутньому не обійтись. Виходячи з цього, потрібно ощадно ставитись до земних скарбів України. Їх треба зберегти для майбутніх поколінь, а не розтринькувати, розпродавати на світових ринках.

Для господарського освоєння найбільш вигідні територіальні поєднання корисних копалин, що полегшують комплексну переробку сировини та формування великих ресурсних циклів виробництва.

Не всіма видами ресурсів Україна забезпечена достатньо. Так, забезпеченість потреб народного господарства України власною нафтою становить 8 %, природним газом – 22 %, вугіллям – 95 %. Вона змушена довозити алюмінієву, свинцево-цинкову, мідну сировину, а також апатити, фосфорити. Висока собівартість видобутку донецького вугілля стала одним із чинників економічної кризи в державі. Через відсталі технології, вкрай повільне впровадження комплексної переробки сировини значна її частина втрачається, забруднюється навколишнє середовище. Нерозважлива орієнтація на видобуток первинних ресурсів призвела до втрат ефективності переробних ланок економіки.

2.1.3. Природні ресурси та збалансоване природокористування

Роль ресурсів у збалансованому природокористуванні. Головні суперечності у взаєминах людини і природи виникають саме в процесі природокористування, в якому природним ресурсам належить провідна роль. Пригноблення і витіснення біосфери техносферою швидко наближається до точки безповоротності. Головну небезпеку в цій ситуації становить збереження взаємного стимулювання зростання людства і споживання природних ресурсів. Природоємність будь-якої економіки обумовлена техногенним вилученням природних ресурсів. Ресурси – це матеріали, сили і потоки речовини і енергії, які:

а) утворюють вхідні ланки природних або господарських циклів, є їх необхідними учасниками і у зв'язку з цим носіями функції корисності;

б) мають вимірюване кількісне вираження: масу, об'єм, щільність, концентрацію, інтенсивність, потужність, вартість;

в) при змінах в часі підкоряються фундаментальним законам збереження.

Називаючи всі природні матеріальні й енергетичні ресурси, використовувані людиною, природними ресурсами, часто забувають, по-перше, що більшість із них є ресурсами не тільки для людини, але в основному і насамперед ресурсами для живої природи. Сукупність живих організмів планети – біота біосфери, будучи ресурсом для себе самої, одночасно є найважливішим ресурсом для людства: вона не тільки забезпечує нас найважливішими речовинами, матеріалами та енергією, але й володіє потужною середовищеутворюючою і середовищерегулюючою функцією. По-друге, з екологічного погляду по відношенню до живої природи значна частина ресурсів надр, використовуваних людиною (вугілля,

нафта, свинець, ртуть, уран і тому подібне), не можуть вважатися за ресурси, оскільки вони спотворюють функцію біологічної корисності[91]. Саме тому слід розрізняти:

- ресурси біосфери, які представлені лише поновлюваними ресурсами речовин, енергії та інформації, що знаходяться під контролем живих організмів;

- ресурси техносфери, що включають, крім значної частини ресурсів біосфери, «захоплених» людиною і виведених нею з біотичного кругообігу, також і непоновлювані ресурси, що видобуваються переважно з надр і тієї частини біосфери, що знаходиться поза контролем біоти, яка ніяким істотам, крім людини, не тільки непотрібна, але, відповідно до теорії біотичної регуляції, частіше шкідлива.

Об'єм відновлюваних ресурсів, використовуваних техносферою, визначає її природоємкість. *Мірою природоємкості техносфери, або природоємкості виробництва, може служити відношення техногенної емісії вуглецю до його біотичного кругообігу або співвідношення між технічною і біотичною енергетикою*.

Існує декілька класифікацій природних ресурсів: природна, господарська й екологічна. Природна класифікація заснована на розділенні ресурсів по компонентах природного середовища: земельні, мінеральні, водні, кліматичні, атмосферні, рослинні, тваринного світу та ін. У господарській класифікації провідне значення має галузева приналежність: ресурси паливно-енергетичного комплексу, металургії, хімічної промисловості, сільського господарства, лісової промисловості і т. д. При цьому у багатьох випадках чітко розділяють:

- експлуатаційні та підтримуючі ресурси;

- використовувані й потенційні ресурси;

- енергетичні і неенергетичні ресурси.

З еколого-економічної точки зору важлива класифікація ресурсів за ознаками їх вичерпаності і поновлюваності. Експлуатація ресурсів, що не суперечить динамічній стійкості біосфери, можлива лише при значному скороченні її об'єму на тлі перетворення системи «людина – економіка» в контур з негативним зворотним зв'язком (згідно з головними законами синергетики). Для цього необхідний перехід до такої моделі економіки, при якій всі споживачі ресурсів повністю і з відсотками компенсували

[91] Зважаючи, що значна частина названих ресурсів є накопиченнями колишніх біосфер (за В. І. Вернадським), яке відбувалося впродовж мільйонів років, то швидке витрачання людством сьогодні нафти, газу, вугілля полишає біосферу її гомеостатичного резерву. Згідно з теорією біотичної регуляції В. Г. Горшкова, цей резерв дає можливість сучасній біосфері елімінувати різноманітні негативні впливи на біоту, в тому числі й антропогенні.

б збиток, що завдається природному середовищу, екологічним системам і здоров'ю людей.

Відповідні зміни в економіці повинні базуватися на уявленнях про співвідношення ресурсів біосфери і техносфери і на наступних *екологічно орієнтованих принципах сучасної ресурсології:*

1. Невичерпних ресурсів не існує. На Землі по відношенню до людської діяльності діє непорушний закон вичерпності всіх природних ресурсів. Навіть джерела космічної енергії – сонячне випромінювання і гравітаційна (приливна) енергія – можуть виявитися обмеженими в часі через зміни їх доступності на Землі під впливом антропогенних дій.

2. Вичерпаність природних ресурсів залежить від рівня їх поновлюваності. Об'єм вилучення ресурсів, що перевищує об'єм їх природного відновлення, по суті переводить ресурси в категорію непоновних. Перевищення вилучення над відновленням, навіть тимчасове, небезпечне не стільки скороченням запасів ресурсів, скільки порушенням природних регуляторних механізмів відновлення.

3. Ніяка дослідницька або господарська діяльність не може кваліфікуватися як відтворення ресурсів. Як правило, мова йде лише про розширення фронту експлуатації ресурсів. Лише інколи людина може частково відновити раніше порушену здатність природних механізмів до відновлення ресурсів.

4. Необхідна для людини масштабна експлуатація непоновлюваних ресурсів, особливо викопних енергоносіїв і руд, за законами біосфери протиприродна і тому «протизаконна». У масштабах еволюції біосфери така ситуація може зберігатися лише відносно короткий час, обмежений глобальною екологічною кризою, що вже настала.

5. Дармових, безкоштовних природних ресурсів не існує. Кожен з них – не тільки вода, ґрунт, біоресурси суші і вод, але і сонячна енергія, сума температур, кількість опадів, кисень атмосфери, озоновий екран, асиміляційний потенціал екосистем, продукційний потенціал біоти і т. п. – володіє абсолютною вартістю, що визначається внеском в підтримку існування і продукції біосфери, а отже, і в благополуччя людей і в цьому сенсі всі природні ресурси рівні і мають бути включені в систему платності.

6. Закони природи виключають право власності на ресурси біосфери. Ті з них, якими розпоряджається *Homo sapiens*, не повинні належати окремим людям, групам людей або державам. Вони належать всьому людству в цілому, включаючи майбутні покоління людей, тому *встановлювана людськими законами власність на природні ресурси завжди відносна і ніколи не може бути повною*. Право власності на природні ресурси, яке завдає шкоди природі і через неї людині, повинно бути виключено.

7. Будь-який поновлюваний ресурс, що використовується людиною, має бути відтворений, відновлений як кількісно, так і якісно. Розрахунки на природне відновлення в умовах пригноблення функцій біосфери в більшості випадків не виправдовуються, тому великий і швидко зростаючий борг людства, пов'язаний з відновленням природних ресурсів, – не етична абстракція, а реальність, що має конкретне вартісне вираження і дуже високу процентну ставку.

8. Принцип трансформації ресурсного капіталу (правило Подолинського–Хартвіка): капітал, «зв'язаний» в непоновлюваних ресурсах, при їх освоєнні й експлуатації повинен трансформуватися в рівновеликий фінансовий або інший капітал, що належить державі і що направляється на відтворення поновлюваних природних ресурсів. Це, у свою чергу, вимагає створення світового ринку природних ресурсів.

Реалізація цих принципів означає застосування високого біосферного екологічного податку на ресурси, що тягне за собою подорожчання всієї ресурсної бази економіки і, отже:

а) загальне кількісне обмеження вилучення ресурсів;

б) необхідність глибшої розробки родовищ і повнішого вилучення корисних компонентів з сировини;

в) необхідність заміни використовуваних ресурсів і дослідження нових, більш екологічних ресурсів;

г) максимально можливе переведення ресурсної бази економіки з непоновлюваних на поновлювані.

Раціональне[92] природокористування (згідно з Н. Ф. Реймерсом, 1990 р.) – це система діяльності, покликана забезпечити економну експлуатацію природних ресурсів і умов і найбільш ефективний режим їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів господарства, що розвивається, і збереження здоров'я людей. Тобто раціональне природокористування – високоефективне господарювання, яке не приводить до різких змін природно-ресурсного потенціалу і до глибоких змін в навколишньому природному середовищі, зокрема зводить до мінімуму порушення природних кругообігів речовин. Збалансоване природокористування (раціональне), ґрунтуючись на екологічних законах і принципах, є більшою мірою однією зі сфер економіки, що постійно вимагають нових підходів для вирішення нагальних проблем.

У сучасних умовах економія сировини і палива стає економічно набагато важливішою, ніж подальше нарощування обсягів їх виробництва.

[92] Тут і далі «раціональне» і «збалансоване» природокористування є еволюційними етапами наукового усвідомлення категорії «природокористування»: *раціональне* – ранні і більш широкі уявлення; *збалансоване* – сучасні і більш конкретизовані уявлення. Тому дуже часто ці дві характеристики природокористування вживаються як рівнозначні.

Сучасне людство в цілому поки спирається на екстенсивний тип природокористування, при якому зростання виробництва здійснюється за рахунок зростаючих навантажень на природні комплекси, причому ці навантаження ростуть помітно швидше, ніж збільшуються масштаби виробництва. Загальне навантаження на природні системи, обумовлене антропогенною діяльністю, почало перевищувати їх потенціал самовідновлення (самоочищення), що у багатьох випадках торкнулося природних систем планетарного рівня і всіх найважливіших екологічних систем планети: Світового океану, атмосфери, ґрунтів, річкових систем, лісів, тваринного світу. Все це визначає необхідність переходу до екологічно збалансованого природокористування, коли суспільство контролює всі сторони свого розвитку з тим, щоб сукупне антропогенне навантаження на природне середовище не перевищувало самовідновлюваного потенціалу природних систем.

Кадастри природних ресурсів. Ретельний облік наявних природних ресурсів є неодмінною ознакою процвітаючої держави. Власне, для оцінки природних ресурсів на державному рівні використовують *кадастри – зведення економічних, екологічних, організаційних і технічних показників, що характеризують кількість і якість природного ресурсу, склад і категорії природокористувачів.* Єдиного кадастру природних ресурсів не існує. Кадастри представлені за видами природного ресурсу і через певний час (періодично) вони оновлюються.

Земельний кадастр включає зведення про природне і господарське використання земель, їх стан, облік їх кількості і якості, дані реєстрації землекористувачів, рекомендації щодо ефективного використання й охорони земель і т. д

Водний кадастр – зведення відомостей про води регіону або басейну, що містить дані про річки, озера, ставки, болота, моря, льодовики, включає також відомості про режим, якість і використання вод і водокористувачів. Він складається з трьох розділів:

1) поверхневі води;

2) підземні води;

3) використання вод.

Лісовий кадастр – зведення даних про ліси, якісний склад, запаси деревини і щорічний її приріст, ступінь залучення лісів до експлуатації.

Джерелом відомостей для складання і поповнення кадастрів служить мережа наглядових постів, режимних станцій, а також спеціальні експедиції. Останнім часом постало питання про необхідність обліку розміщення промислових витрат за складом і ступенем токсичності, а також реєстрації забруднень навколишнього середовища. Таким чином, мова йде про створенні реєстру (кадастру) відходів. При цьому об'єктом реєстрації

повинні стати всі небезпечні і потенційно небезпечні речовини, що виробляються на території країни та і ввозяться з-за кордону.

В Україні розроблене і затверджене «Положення про регіональні кадастри природних ресурсів)» (Постанова Кабінету Міністрів України від 28 грудня 2001 р. № 1781), головний зміст якого полягає у наступному:

1. Регіональні кадастри природних ресурсів є систематизованим зведенням відомостей про кількісні, якісні та інші характеристики усіх природних ресурсів, виявлених на території Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя, а також про обсяг, характер і режим їх використання.

2. Регіональні кадастри ведуться з метою створення умов для динамічного, збалансованого соціально-економічного розвитку України та її регіонів. Перелік відомостей і даних, що включаються до кадастрової документації, та форми цієї документації затверджуються Мінприроди.

3. Регіональні кадастри ведуться за окремими видами природних ресурсів: земельні ресурси; водні ресурси; природні рослинні ресурси; ресурси тваринного світу; природні лікувальні ресурси; мінерально-сировинні ресурси, корисні копалини родовищ, проявів, а також корисні копалини техногенних родовищ.

У розділі «Земельні ресурси» наведено відомості та дані про місця розташування земельних ділянок, їх класифікацію, кількісну та якісну характеристику.

Розділ «Водні ресурси» містить дані державного обліку поверхневих і підземних вод, водокористування, які систематизуються за водними об'єктами, їх ділянками, водозбірними басейнами річок, басейнами підземних вод, водогосподарськими ділянками, економічними районами, адміністративно-територіальними одиницями, а також відомості про водогосподарські об'єкти, що забезпечують використання води, очищення та скид зворотних вод (з оцінкою їх ефективності).

У розділі «Природні рослинні ресурси» наводиться кількісний, якісний стан та економічна оцінка дикорослих та інших судинних рослин несільськогосподарського призначення, у тому числі лісових (розподіл між користувачами, віднесення до категорій, інші дані), а також дані про мохоподібні, водорості, лишайники та гриби.

Розділ «Ресурси тваринного світу» містить дані щодо обліку тварин, хордових, у тому числі хребетних (ссавці, птахи, плазуни, земноводні, риби та інші) і безхребетних (членистоногі молюски, голошкірі та інші) в усьому їх видовому й популяційному різноманітті та на усіх стадіях розвитку (ембріони, яйця, лялечки тощо), що перебувають у стані природної волі, за окремими видами (групами видів) тварин, а також відомості про стан тваринного світу, чисельність і обсяги господарського ви-

користання цих тварин, їх частин (роги, шкіра тощо) та продукти життєдіяльності диких тварин (мед, віск тощо).

Розділ «Природні лікувальні ресурси» включає дані щодо природних лікувальних ресурсів: мінеральні й термальні води, лікувальні грязі, озокерит, ропа лиманів та озер, морська вода, природні об'єкти і комплекси з кліматичними умовами, сприятливими для лікування, медичної реабілітації та профілактики захворювань, а також щодо їх кількості, якості та інших важливих характеристик цих ресурсів, можливих обсягів, способів і режиму їх використання.

Розділ «Мінерально-сировинні ресурси, корисні копалини родовищ, проявів, а також корисні копалини техногенних родовищ» містить відомості щодо кожного виду корисних копалин усіх відкритих родовищ регіону незалежно від кількості запасів, стану їх розвідки, освоєння і відомчої належності та відомості щодо проявів техногенних родовищ.

Дані про об’єкти регіональних кадастрів базуються на відомостях Державного земельного кадастру.

4. Ведення регіональних кадастрів за розділами здійснюють Держлісагентство, Держводагентство, територіальні органи Держземагентства та МОЗ. Порядок ведення кадастрів визначається інструкцією, затвердженою Мінприроди.

5. Для оперативного задоволення потреб центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ, організацій та громадян у наданні відомостей з регіонального кадастру створюється автоматизована система його ведення, яка базується на використанні геоінформаційних технологій.

6. Регіональний кадастр ведеться за рахунок коштів Державного фонду охорони навколишнього середовища, а також за рахунок коштів місцевих фондів охорони навколишнього середовища (за згодою органів місцевого самоврядування).

Екосистемний метод невиснажливого природокористування. Вирішення екологічних проблем і перспективи екологічно-толерантного використання природних ресурсів багато в чому пов'язані з правильним використанням саме поновлюваних ресурсів, відтворення яких можливе лише за підтримки різноманітних функцій екосистем. Це найважливіший шлях до достатньо тривалого невиснажливого природокористування у поєднанні зі збереженням і підтримкою біосфери й усвідомлення істинного місця людини у ній. І дійсно, як це було показано в І частині навчального посібника, з природних кругообігів речовини людина нікуди не поділась. З екосистемних же позицій найбільш важливим є кругообіг карбону **(рис.),** оскільки саме вуглець є тим головним елементом на нашій планеті, через який

можливе усвідомлення екосистемних відносин різних типів організмів у біосфері.

Обмежене на даний момент часу використання екосистемних методів невиснажливого природокористування, пов'язане як з недостатньою увагою до цієї проблеми, так і з небажанням нести додаткові витрати впродовж тривалого часу. Основні причини виснаження, забруднення і руйнування природного середовища, які обумовлені антропогенною діяльністю:

1) обмеженість можливостей природного середовища з переробки, очищення антропогенних відходів, ємність якої не дозволяє переробляти усе зростаючу кількість таких відходів, накопичення яких призвело до глобального забруднення;

2) унаслідок обмеженості території планети запаси природних копалин, що використовуються людиною, поступово витратяться і перестануть існувати, тим самим людство стикається з новою проблемою – відшукання альтернативних джерел енергії та деяких матеріалів;

3) на відміну від природного, створені людиною виробництва є відхідними;

4) закони розвитку екосистем і біосфери в цілому, на основі яких можна прогнозувати наслідки антропогенної діяльності, людина осягає в основному за допомогою накопичення досвіду господарювання, більше відомого як метод «спроб і помилок».

Наближення до невиснажливого природокористування може бути здійснене через дотримання певних вимог, серед яких:

– скорочення викидів, скидань і зменшення відходів;

– зниження питомої енерго- та ресурсоємності продукції і послуг.

В свою чергу для цього необхідні наступні дії:

– впровадження ресурсозберігаючих і маловідхідних технологій у всіх сферах господарської діяльності;

– технологічне переозброєння і поступовий вивід з експлуатації підприємств із застарілим устаткуванням;

– оснащення підприємств сучасним природоохоронним устаткуванням;

– забезпечення якості води, ґрунту й атмосферного повітря відповідно до нормативних вимог;

– скорочення питомого водоспоживання у виробництві та житлово-комунальному господарстві;

– підтримка екологічно безпечного виробництва енергії, включаючи використання поновлюваних джерел і вторинної сировини;

– розвиток систем зберігання і використання вторинних ресурсів, зокрема переробки відходів;

– зниження втрат енергії і сировини при транспортуванні, зокрема за рахунок екологічно обґрунтованої децентралізації виробництва енергії, оптимізації системи енергопостачання дрібних споживачів;

– модернізація і розвиток екологічно безпечних видів транспорту, транспортних комунікацій і палива, зокрема невуглецевого;

– перехід до екологічно безпечного громадського транспорту – основного виду пересування у великих містах;

– розвиток екологічно безпечних технологій реконструкції житлово-комунального комплексу і будівництва нового житла;

- підтримка виробництва товарів, розрахованих на максимально тривале використання;

- протидія пропаганді «суспільства споживання», виховання етичної (по відношенню до природи) позиції громадян.

2.1.4. Особливості ресурсоспоживання у різних галузях господарства

Оцінка ресурсоспоживання за типом обміну речовиною та енергією з середовищем. Взаємодія людини з природою здійснюється як безпосередньо, так і через різні технічні й інженерні пристрої, причому роль і значення останніх неухильно зростає. Вичленовування техніки як особливого виду антропогенного впливу на природне середовище здійснив на початку 30-х років XX ст. академік А. Є. Ферсман, що запропонував термін «техногенез».

Поняття «техніка», що відображає найбільш важливі та характерні риси матеріальної культури епохи науково-технічної революції XX ст., несе велике змістовне навантаження. За визначенням Г. Н. Волкова (1970): «Техніка – система штучних органів діяльності суспільства, що розвивається шляхом історичного процесу зв’язування в природному матеріалі трудових функцій, навичок, досвіду і знання, через пізнання і використання сил і закономірностей природи». Отже, лише в процесі людської діяльності штучний об'єкт через його відношення до будь-якої мети і у зв'язку з тим, яка мета визначена людьми, стає об'єктом техніки. Без цих умов він випадає із сфери суспільства і вже не протистоїть природному середовищу, а включається в нього. Так, наприклад, частиною природного середовища стають колишні насипи залізниць, покинуті дренажні канави та інші «витвори» людської діяльності, які є об’єктами антропогенного ландшафтознавства.

На початку 60-х років, коли ще панували агресивні природоперетворюючі погляди, Г. Ф. Хильмі відзначив зростаючу роль технічних засобів у перетворенні несприятливих властивостей природного середовища і дійшов висновку, що, «почавши з перетворення природи, людина пе-

рейде до її організації і врешті-решт буде вимушена створювати принципово нову біосферу, що складається з фізичного середовища, організмів, які населяють її, і включених у природу технічних пристроїв, що контролюють фізичне середовище і що значною мірою його створюють»[93].

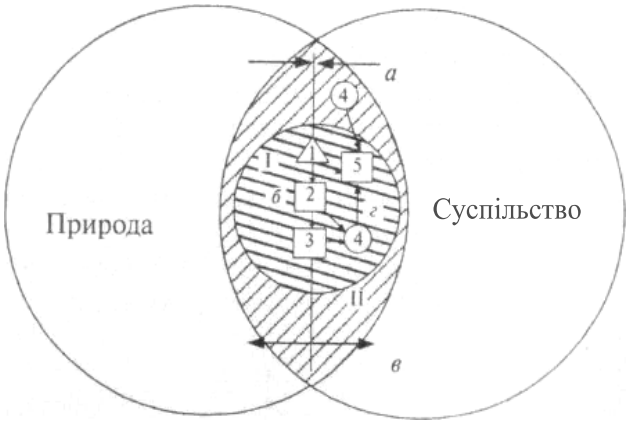


Рис. 1. **Принципова схема геотехнічної системи:**
I – геотехнічна система, II – сфера її впливу; 1 – блок регулювання, 2 – інженерно-технічні споруди, 3– штучно створена природна підсистема, 4 – засоби контролю, 5 – блок управління. Потоки: а – вхідний потік речовини і енергії; 6 – керований потік речовини і енергії; в – вихідний (трансформований) потік речовини і енергії; г – інформаційні зв'язки (потоки)

Концепція геотехнічних систем була сформована в 60-х роках XX ст. в Інституті географії АН СРСР (І. П. Герасимов, Л. Ф. Куніцин, В. С. Преображенський, А. Ю. Ретеюм, К. Н. Дьяконов і ін.) отримала широкий розвиток в польових дослідженнях географів академічних інститутів і університетів (С. Л. Вендров, В. С. Аношко, В. І. Булатов, Л. М. Граве, Т. В. Звонкова, А. В. Дончева, А. Р. Ємельянов, Л. К. Малік, П. Г. Шищенко, Г. І. Швебс та ін.). Її становлення пов'язане головним чином з вивченням впливу гідротехнічних систем (водосховищ ГЕС), меліоративних систем і Каракумської геотехнічної системи на ландшафти навколишньої території.

З появою терміна «геологічне середовище» (Є. М. Сергєєв), під яким розуміють гірські породи і ґрунти разом із природними і техногенними геологічними процесами, концепцію геотехнічних і природно-технічних систем у 80-ті роки минулого сторіччя стали розробляти геологи (Р. К. Бондарік, А. Л. Ревзон, О. Н. Толстіхін). За А. Л. Ревзоном, *природно-технічна система* (ПТС) – сукупність форм і станів взаємодії компонентів природного середовища з інженерними спорудами на всіх стадіях функціонування, від проектування до реконструкції.

Інакше кажучи, ПТС – сукупність природних і штучних об'єктів, що формуються в результаті будівництва й експлуатації інженерних та інших споруд і технічних засобів, що взаємодіють із природними об'єктами. ПТС виступає як родове поняття і поділяється на підсистеми зі взаємодії техніки з конкретними компонентами природи: геотехнічні, біотехнічні, історико-архітектурні, антропотехнічні, акватехнічні. В межах ПТС вводиться поняття *ландшафтної геотехнічної системи* (ГТС), в межах якої можлива конкретизація і оптимізація природокористування.

[93] Для тверезої оцінки цього висловлювання згадаймо експеримент з «Біосферою-2».

Цілісність ГТС зумовлена технологією виробництва і досягається речовими, енергетичними й інформаційними потоками. До складу ГТС входять блоки або підсистеми контролю, регулювання й управління (**рис. 1**). Засобами контролю можуть бути пілотовані космічні станції та штучні супутники Землі, прості термометри й інші прилади, що збирають інформацію про стан різних частин ГТС (геоекологічний моніторинг). Регулювання здійснюється створами на меліоративних осушних системах, сільськогосподарською авіацією, що розсіює мінеральні добрива, і т. ін. Управляють ГТС диспетчери ГЕС, агрономи, інженери. У низці випадків функцію управління можуть виконувати автомати з обов'язковою участю комп'ютерів.

ГТС – відкриті системи, що обмінюються з середовищем речовиною і енергією. Тому вони утворюють сферу впливу, яка складається із зон, підзон і поясів, в межах яких природні процеси тією або іншою мірою детерміновані функціонуванням ГТС. Управління ГТС передбачає облік стану всіх підсистем, зокрема природної у сфері впливу, що необхідно для реалізації на практиці принципу оптимізації.

Модель геотехнічної системи дозволяє розглядати речовинно-енергетичні та виробничо-технологічні аспекти взаємодії виробництва з ландшафтами. Вона відкриває можливість для здійснення прогнозу зміни природно-територіальних комплексів під впливом господарської діяльності людини, тобто вирішити одне з найголовніших завдань охорони і відновлення довкілля. Концепція передбачає екологічну, технологічну, економічну і соціальну оцінки, але не всієї ГТС, а лише впливу на навколишнє природне середовище. Модель ГТС може бути використана при проектуванні значного числа об'єктів: нафтовидобувних комплексів, водосховищ ГЕС, теплових електростанцій, осушних і зрошувальних систем, протиерозійних, рекреаційних та ін.

З позицій геохімії ландшафту конструктивним виявилося поняття *«технобіогеоми»*, запропоноване М. А. Глазовською. *Технобіогеоми* – ландшафтні системи або типи території, що близькі за реакцією на один вид техногенезу (вид освоєння) і володіють схожим рівнем геохімічної стійкості. Технобіогеоми – початкові геоекологічні об'єкти ландшафтно-геохімічного прогнозу.

Класифікація промислових виробництв за ступенем екологічної небезпеки для природного середовища ґрунтується на екологічній оцінці землеємності, ресурсоємності, відхідності.

Землеємність – розмір території, зайнятої власне промисловим об'єктом і зоною його впливу на ландшафт. Питома землеємність – розмір земельної площі, необхідної для виробництва одиниці даної продукції. Так, на 1 тис. кВт встановленої потужності Рибінськой ГЕС затоплено 13,3 км^2 земель. Для Братського водосховища цей показник дорівнює

1,2 км^2 на 1 тис. кВт встановленої потужності; на гірському Нурекському водосховищі – 0,05 км^2. При проведенні сільськогосподарських меліорації використовується коефіцієнт земельного використання:

$$\boldsymbol{Кзв = Fn/Fb} ,$$

де ***Fn*** – зрошувана (осушена) площа (нетто) ***Fb*** – вся площа (брутто) меліоративної системи разом з дорогами, каналами, спорудами і т. д.

Ресурсоємність – кількість природних ресурсів, що вилучаються, для виробництва валової продукції. *Питома ресурсоємність* – кількість природних ресурсів, що вилучаються і споживаються, необхідних для виробництва одиниці кінцевої продукції. Наприклад, *питома водоємність* для виробництва 1 т чавуну – 5 т, сталі – 30 т, для 1 т целюлози необхідно 500 т води.

Ступінь екологічної небезпеки при контролі за розмірами речовин, що вилучається з природи, для технологічних цілей (мінеральних, органічних, води, повітря тощо) може бути оцінена перевищенням абсолютних показників ресурсоспоживання над нормативними. Вірогідність екологічної небезпеки буде тим більше, чим ближче до одиниці будуть значення коефіцієнта екологічного використання ресурсу ландшафту або регіону, при співвідношенні кількості ресурсу, що вилучається, до його запасу в ландшафті (регіоні).

У практиці створення й експлуатації меліоративних зрошувальних систем давно використовується *коефіцієнт корисної дії зрошувальної системи*, який дорівнює відношенню води, витраченої на транспірування рослин, мірою якого виступає врожай, до загального водозабору з джерела зрошування.

Відхідність – матеріальні потоки техногенних речовин у природу (викиди в атмосферу, стічні води, сміття, тверді відходи в ґрунти), які оцінюють кількістю речовин, що надходять, в одиницях ваги або об'єму на одиницю площі за певний інтервал часу – *модуль викиду речовини*.

З урахуванням землеємності, ресурсоємності і відхідності можна виділити *чотири групи виробництв за ступенем екологічної небезпеки*.

Найвищий ступінь екологічної небезпеки характерний для кольорової металургії, нафтохімічної, хімічної та мікробіологічної промисловостей. Особливо небезпечне поєднання кольорової металургії з нафтохімією і хімією, оскільки відбувається ефект підсумовування дій.

Другу за ступенем екологічної небезпеки групу утворюють підприємства чорної металургії та теплоенергетики.

Третю за ступенем екологічної небезпеки групу утворюють лісова, целюлозно-паперова і паливна промисловості.

Четверта (найменша) за ступенем екологічної небезпеки група галузей об'єднує промисловість будматеріалів, харчову, легку, машинобудування і металообробку, хоча і в цих галузях є екологічно небезпечні виробництва.

При класифікації галузей промисловості *за токсичністю речовин*, що викидаються в атмосферу, враховуються наступні характеристики:

– різноманітність речовин, що викидаються;

– об'єми викидів окремих домішок;

– клас токсичності речовин і їх ГДК в атмосфері.

Для регіонів використовуються також дані про співвідношення питомої ваги галузей у валовому промисловому продукті та їх частки в загальному об'ємі викидів (по регіону).

Гранично допустимі концентрації і орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин встановлені для 1925 речовин. Діють нормативи для 53 сполук речовин, для яких властиве підсумовування. ПДВ встановлюються згідно з ДСТу[94].

Для класифікації галузей промисловості *за токсичністю стоків*, що скидаються, використовують наступні дані:

– загальний об'єм забруднених вод, що скидаються;

– характерні для кожної галузі забруднювачі в стоках;

– співвідношення частки галузей у валовій продукції промисловості і загальному об'ємі стоків.

У низці виробництв існують специфічні види дії на людину. Насамперед до них слід віднести *промислові шуми і вібрації*. Вони характерні для підприємств металообробки та машинобудування. Джерела шумів і вібрацій – вентиляційні системи, насоси, компресорні установки, автомагістралі. Шум в 50–60 дб, а в нічний час в 30–40 дб – негативний чинник, що впливає на стан нервової системи людини і її здоров'я. Рівні звукового впливу складають (у *дб*):

– при виробництві прокату 118–122,

– в ливарному виробництві – 105–115,

– ковальсько-пресовому – 115–130,

– при зварювальних роботах – 100–105;

– металоріжучі верстати дають рівень шуму в 100–106 дб.

Сільське господарство також володіє низкою особливостей, *які впливають на екологічність виробництва*. Це:

– органічний зв'язок ведення виробництва з використанням землі і природного середовища (ландшафтів);

– залежність ритму і результатів виробництва;

---

[94] 17.2.3.02.78 «Охорона природи. Атмосфера. Правила встановлення допустимих викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами».

– залежність термінів і методів технологій від регіональних і місцевих природно-кліматичних умов;

– сезонність виробництва і дії на природне середовище;

– стійкість до тривалого антропогенного навантаження на природне середовище;

– стійкість до техногенного забруднення;

– місцеві та регіональні традиції, що історично склалися, в житті і діяльності населення.

Сільськогосподарське виробництво поділяється на рослинництво (його провідною формою виступає землеробство) і тваринництво. Рослинництво – галузь сільського господарства, що включає виробництво культурних рослин для забезпечення населення продуктами харчування; тваринництво – кормами, а багатьох галузей промисловості – сировиною. Включає рільництво, овочівництво, плодівництво, виноградорство, луківництво, квітникарство, лісівництво.

Згідно з концепцією ГТС усе різноманіття систем землеробства можна розділити на два великі класи: *хіміко-техногенний і ландшафтно-адаптивний*. У першому класі провідну роль відіграє *енергоємність і матеріаломісткість* виробництва, хімізація (мінеральні добрива, пестициди). У другому провідна роль належить гнучкому плануванню в просторі і в часі відповідно до неоднорідності ґрунтів, рельєфу, ландшафтних умов. Пріоритетним є застосування біологічних і біоценотичних прийомів інтенсифікації, максимальне використання органічних відходів, ґрунтопокращувальних компонентів сівозмін, розробка систем машин і механізмів з мінімальною травматичною дією на ґрунт; зведення до мінімуму хімічних впливів на ґрунти, поверхневі і ґрунтові води.

Ці два класи систем землеробства об'єднуються в один при здійсненні комплексних меліорацій сільськогосподарського призначення, що базуються на концепції програмованих врожаїв, основні положення якої розробили ще в 70-ті роки XX ст. І. С. Шатілов, Б. С. Маслов, Н. С. Петінов, А. І. Уськов, В. В. Шабанов та ін. Базовим поняттям виступає *агробіогеоценоз* – антропогенні природні системи з блоками контролю, регулювання і управління.

Концепція програмованих врожаїв передбачає облік всіх істотних географічних, біологічних і економічних чинників формування урожаю: приходу фотосинтетично активної радіації, водного і повітряного режиму ґрунту й атмосфери, органічного і мінерального живлення рослин, оптимального підбору сільськогосподарських культур і їх чергування в часі й у просторі (теорія і практика сівозмін), підвищення генофонду, вдосконалення агротехніки, створення внутрішньогосподарської стійкої дорожньої мережі, збереження екологічного каркасу території і т. ін.

У тваринництві найбільшу екологічну небезпеку становить *стійлова система* утримання худоби; менш екологічно небезпечна *стійлово-пасовищна*; найменш інтенсивна і найменш екологічно небезпечна *пасовищна система тваринництва*. Високий ступінь екологічної небезпеки являють собою великі тваринницькі комплекси – *свинарські* – на 30 тис. голів і більше; *з відгодівлі молодняка* великої рогатої худоби – 2 тис. голів і більше; *молочні* – 1200 корів і більше; *птахофабрики* на 400 тис. курей несучок, 3 млн бройлерів і більше, а також *звірівницькі комплекси*. Ступінь шкідливості *відгонного тваринництва* залежить від чисельності стада і дотримання норм випасу. Недотримання норм приводить до пасовищної дегресії.

Таким чином, різноманіття галузей промисловості і сільського господарства і пов'язане з цим різноманіття технологій виробництв в умовах надзвичайної зонально-азональної різноманітності ландшафтів України обумовлює об'єктивну необхідність вироблення не тільки загальних уніфікованих підходів до екологічного проектування й експертизи, але і суто індивідуальних, з урахуванням специфіки як виробництва, так і геоекологічної арени, на якій «виступатиме» виробництво.

Наведений підхід до екологічної оцінки галузей господарства можна назвати витратним або від'ємним, оскільки оцінюється *ступінь шкідливого впливу* на природні екосистеми. Другий підхід (авторський) передбачає *оцінку ступеня толерантності* кожної галузі до природного середовища. Швидше за все, у практиці діяльності екологічних служб доцільне поєднання цих двох підходів.

Природно-ресурсні цикли виробництва. *Природно-ресурсний цикл виробництва* – це сукупність взаємозумовлених виробничих процесів, які послідовно розгортаються на певній території, на основі того або іншого виду корисної копалини, починаючи від підготовки її до експлуатації і закінчуючи отриманням товарних продуктів. Але поки формуються цикли, які являють собою взаємозумовлене формування виробничих процесів на основі послідовної переробки тієї або іншої сировини. Такі цикли називають простими, гомогенними, або лінійними (органічними), на відміну від складових або гетерогенних. Гетерогенні цикли передбачають широкий розвиток виробничо-технологічних зв'язків як по вертикалі (видобуток вугілля – коксохімія, теплоелектроенергетика або теплоенергохімія), так і по горизонталі, між гілками і паралельними стовбурами (видодобуток вугілля – коксохімія – виробництво добрив, різних будівельних матеріалів). Формування гетерогенних циклів можливе на основі руд чорних, кольорових, рідких металів, нафти, природного газу, вугілля та деяких інших корисних копалин, які мають значні комплексоутворюючі властивості внаслідок полікомпонентності мінерального і хімічного складу.

Формування природно-ресурсних циклів йде трьома напрямками: 1) шляхом підвищення комплексності використання сировини в системах виробництва, що склалися; 2) шляхом включення до складу циклів вирбництв з отримання штучних видів сиовини на основі утилізації забалансових руд і відходів; 3) шляхом створення циклів з регіональним «замиканням» технологічних процесів.

Ресурсний цикл (РЦ) – сукупність перетворень і просторових переміщень (видобуток, переробка, транспортування, зберігання, вантажні операції та ін.) певної речовини, вилученої з природного середовища і що виступає у вигляді природного компонента, який використовує людство до його виходу знову у природне середовище. Ресурсний цикл, незважаючи на загальну схему виникнення (все з природи) і закінчення (все в природу), відрізняється від біогенного кругообігу (БК) (це безперервний процес створення і деструкції органічної речовини). Порівняльна характеристика БК і РЦ наведена в табл. 1.

Таблиця 2

Характеристики біогенних кругообігів та ресурсних циклів

Ознака	Біогенний кругообіг	Ресурсний цикл
Рушійна сила	Енергія сонця	Потреби людства
Участь природних факторів	Безпосередня: продуценти, консументи, редуценти	Слабка: використовуються технологічні процеси, продукти переробки не піддаються мінералізації
Замкнутість	Практично повна	Не замкнутий
Просторове переміщення	Слабке, квазіхаотичне	Потужне, цілеспрямоване, в точкові та лінійні утворення
Стабільність	Стабільний	Нестабільний, що залежить від тривалості циклу, глибини переробки природних компонентів, методів експлуатації, повторного використання й інших факторів
Тривалість	В середньому 8 років (але: в океані – 33 доби, фітопланктон – 1 доба, кисень атмосфери – 2000 років і т. д.)	Від 0 до тисяч років, визначається призначенням, амортизацією, збереженістю готового продукту, до якого входить даний ПК
Об'єми й однорідність споживаних ПК	Мікроелементи, розсіяні в ґрунтах даної місцевості	Величезні об'єми: млн т, тисячі кв. км, млн куб. м і т. ін. відносно однорідних ПК
Наявність відходів і втрат	Відсутність втрат, практична безвідходність	Від початку до кінця пов'язаний зі втратами і відходами на всіх стадіях циклу
Екологічність	Екологічно толерантний процес	На усіх стадіях відходи і втрати зі шкідливими для природи властивостями, забруднювачі усіх геосфер Землі

Існуючі уявлення про РЦ базуються на проблемі вичленення приватних ресурсних циклів по окремих групах ПК (природних компонентів) і їх розвитку залежно від типу виробничих процесів. РЦ зображується у вигляді потоку ПК. Для опису потоків і роботи з ними необхідна їх класифікація (табл. 2).

Таблиця 3

Класифікація потоків природних компонентів (ПК) за ресурсними циклами

Потік	Визначення	Наявність і область втілення в галузях господарства
Довгий	Процес повернення ПК в природне середовище через відходи класу вторинних втрат	Кабельні, антено-щоглові споруди, технічні будови, станціонні та силові установки
Короткий	Повернення ПК в природне середовище втратами і відходами класу втрат по всьому РЦ	Електроенергія, паливо, вода для різних потреб, гази, атмосферне повітря
Повний	Рух ПК по РЦ від початку його утворення до природного закінчення	Вода з артезіанських колодязів на території підприємства, повітря атмосфери для різних потреб
Приватний	Складова частина повного потоку, що знаходиться в суворому взаємозв'язку з іншими приватними потоками	ПК в складі обладнання, споруд, будов, приладів, інструмента
Головний	Потік ПК, що являє собою основу діяльності галузі або підприємства	Енергетичні, кольорові і чорні метали, сплави, полімери
Допоміжний	ПК, що забезпечують життєдіяльність виробництва	Паливо, вода, повітря, органіка, інвентар, запчастини
Загальний	ПК, що використовуються багатьма галузями народного господарства	Енергетичні, чорні метали, вода, бетон, будівельні матеріали
Цільовий	Цільове використання ПК для потреб конкретного виробництва	Азбоцемент, кольорові метали, силіконові вироби
Вхідний	Потік ПК, що надходить у виробництво	Обладнання, паливо, електроенергія, вода
Вихідний	Потік ПК в складі втрат і відходів	Металолом, стічні води, розсіяння електроенергії, побутові і виробничі відходи
Однорідний	Потік одного будь-якого ПК	Електроенергія, вода, бензин, вугілля, цегла, профільний метал
Груповий	Складовий потік ПК	Чорні і кольорові метали, енергетичні, газопромислов
Мішаний	Потік ПК у виробах	Обладнання, прилади, інвентар, кабельна продукція

Відходи класу втрат ПК, виступаючи у вигляді відходів, не знаходять вживання в інших виробництвах і залишаються (розчиняються) в природному середовищі, незапитані для подальшого використання, вторинне використання нерентабельне.

Відходи класу вторинних ресурсів ПК, виступаючи у вигляді відходів, перетворюються на вторинну сировину і багато разів (більше одного разу) беруть (також із втратами) участь у подальших РЦ і входять до складу нової продукції.

Яким би чином не починався ресурсний цикл як потік ПК, його закінчення від нього не залежить. Це зумовлено низкою причин. По-перше, закінчення РЦ можливе за трьома можливими сценаріями:

1) ПК, виходячи з потоку, безповоротно втрачається з різних причин на всіх трансгресіях ресурсного циклу;

2) ПК, виступаючи у вигляді відходів, не знаходить застосування в інших виробництвах і залишається в природному середовищі незапитаним для подальшого використання – ті ж втрати (відходи класу втрат), але вони вимагають певних заходів і додаткових витрат і супутніх втрат ПК щодо їх знешкодження і складування;

3) ПК, виступаючи у вигляді відходів, перетворюється на вторинну сировину і багато разів (більше одного разу), з втратами ж, бере участь у подальших трансгресіях і входить до складу нової (далекої від початкової) продукції – кінцевого пристрою або предмета (відходи класу вторинних ресурсів); при цьому початок ресурсного циклу не «знає долі» ПК і не може впливати на сценарій виходу його з РЦ.

По-друге, у міру руху потоку ПК ресурсним циклом він піддається різній глибині трансгресії, що визначається тільки необхідністю споживачів кінцевої продукції, до складу якої входить той або інший ПК. У складі цієї продукції аналогічні ПК можуть існувати від днів до сотень років, все залежить від призначення продукції. На хід такого стану справ початок потоку ПК по РЦ не впливає, оскільки використання ПК підпорядковане процесу, що розгалужується (за фрактальним принципом)[95]. Так само закінчення РЦ не впливає на його початок (за винятком ролі всієї системи народного господарства). Тут в основному підтверджується технологічна версія послідовності РЦ. При економічному підході можна говорити, що об'єми (маси) споживання даного ПК можуть вплинути на показники видобування або заготівлі природних компонентів, але сам

[95] Проте і в першому, і в другому випадках наявні втрати ПК, що постійно змінюють об'ємні і вартісні характеристики їх потоку. Таким чином, потік ПК по РЦ перетворюється не на запас, а лише на очікування, знаходячись у постійному русі за рахунок змін, викликаних законом втрат ПК, що постійно діє, по ресурсному циклу.

характер взаємодії початку і закінчення потоку ПК по ресурсному циклу залишається незалежним.

Під *стадією РЦ* мають на увазі деяка його частка, що характеризується певними кількісними і якісними показниками, властивими саме даній стадії. Стадії в цілому складають РЦ, тому деякі показники можуть бути наскрізними, а інші, змінюючись до порогових, – переходити в показники наступної стадії.

У РЦ виділяють два типи стадій. ПК, рухаючись по РЦ, неодноразово транспортується, переробляється, складається і зберігається (розподільні стадії) в той час, як його видобуток, знаходження в експлуатації у складі кінцевої продукції і післяексплуатаційний стан (у складі відходів) одноразово (компактні стадії). Таким чином, РЦ можна розбити на декілька окремих природних стадій. Крім того, залежно від глибини переробки виділяються стадії:

– першого порядку – первинна переробка ПК, пов'язана в основному із видобутком (заготівлею);

– другого порядку переробка ПК, що приводить до створення «початкового товарного вигляду»;

– третього порядку – процес переробки початкового товарного виду ПК до випуску кінцевої, готової продукції.

Кожна стадія РЦ характеризується показниками, основні з яких:

– тривалість стадії – час знаходження ПК в стадії (час перебування в розподільних і компактних стадіях);

– коефіцієнт втрат ПК;

– коефіцієнт відходів, включає: коефіцієнт відходів класу втрат і коефіцієнт відходів класу вторинної сировини;

– супутні втрати (земляні, енергетичні, водні), пов'язані з перевезенням і вмістом відходів;

– екологічний збиток від відходів і втрат ПК (вартісний показник).

2.1.5. Рекультивація земель як резерв земельних ресурсів

У сучасних умовах науково-технічного прогресу, коли людина все активніше втручається у природні процеси, «земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави» (ст. 14 Конституції України).

Сільськогосподарські угіддя в Україні займають 41862 тис. га, що становить 72,3 % загальної території суші. Під ріллею перебуває 57,3 % загальної площі, або 79,5 % сільськогосподарських угідь. У розрахунку на душу населення площа сільськогосподарських угідь в Україні становить близько 0,83 га, а площа ріллі – близько 0,66 га. Це свідчить про те,

що ґрунтовий покрив в Україні експлуатується дуже інтенсивно. Треба врахувати й те, що 10,2 млн га орних земель зруйновано водною, а 5,0 млн га – вітровою ерозією, 10 млн га мають надмірну кислотність, 4 млн га перезволожені. Площа ерозійнонебезпечних ґрунтів досягла 17 млн га і продовжує збільшуватись. Близько 60 % української ріллі займають чорноземи – найродючіші ґрунти світу, але й вони сильно деградують.

Окрім родючих ґрунтів, Україна багата на корисні копалини. Адже на її території розвідано близько 3 тисяч родовищ більш ніж 80 видів корисних копалин, з яких понад 400 родовищ (близько 50 видів) розробляються відкритим або підземним способом, що завдає значної екологічної шкоди довкіллю.

Нині в Україні загальна площа порушених земель становить понад 265 тис. га, у тому числі понад 82 тис. га. Щороку для потреб гірничодобувної промисловості виділяється 7–8 тис. га земель, які належать сільському або лісовому господарству.

Цілком зрозуміло, що не можна призупинити техногенний процес, не можна призупинити видобуток корисних копалин, будівництво населених пунктів, промислових підприємств, через що зменшується земельний фонд і порушується навколишнє середовище. Тому вже зараз перед українською державою стоїть першочергове завдання – знайти шляхи врятування землі не лише як середовища існування, але й природного тіла, яке має унікальну властивість – природну родючість. Серед таких шляхів саме рекультивація передбачає відновлення і повернення порушених земель у той стан, коли їх можна використовувати у сільському господарстві або для лісових насаджень, для будівництва чи для створення зон відпочинку. Зрештою, це дасть можливість створити оригінальні штучні ландшафти, які гармонійно доповнюватимуть природні.

Рекультивація земель – порівняно новий науково-технічний напрям і означає від лат. *Re-*) – відновлення або повторність дії чи явища і *cultu* – обробіток, введення, розведення, дослівно введення у використання, повторне використання.

У науковій літературі США і Канади в рекультивації прийнято три терміни: *restoration, reclamation, rehabilitation.*

Restoration – повне відновлення, причому порушена поверхня землі відновлюється до такого стану, який вона мала до початку розкриття родовища.

Reclamation – біологічне відновлення, причому земна поверхня відновлюється через створення умов, сприятливих для існування організмів, які жили на цій території до початку робіт, або організмів близького видового складу; друге тлумачення – залучення порушених земель для якогось іншого використання.

Rehabilitation – відновлення порушених земель і подальше використання їх у господарстві із дотриманням екологічної рівноваги, забезпечен-

ням нешкідливості для навколишнього середовища і збереженням місцевих естетичних цінностей; друге тлумачення створення умов для нового або істотно відмінного від попереднього використання земель.

В умовах інтенсивного землеробства і бурхливого розвитку гірничовидобувної та інших видів промисловості, які призводять до порушення ґрунтового покриву, рекультивація земель – це частина агроекологічної проблеми, з якою пов'язані умови сільськогосподарського виробництва, зокрема спеціалізації господарства, умови формування врожаїв сільськогосподарських культур, родючість староорних земель та ін.

Таким чином, рекультивація земель – це здійснення різноманітних робіт, метою яких є не тільки часткове перетворення природних територіальних комплексів, порушених промисловістю, але й створення на їх місці ще більш продуктивних і раціонально організованих елементів культурних антропогенних ландшафтів, тобто оптимізація техногенних ландшафтів, поліпшення умов навколишнього природного середовища.

Процеси рекультивації порушених земель зазвичай поділяються на два основні етапи: *гірничотехнічний* і *біологічний*. Проте у практичному плані більш виправданим вважають визначення трьох етапів: *підготовчого, гірничотехнічного* і *біологічного*.

Підготовчий, або проектно-пошуковий етап включає:

– обстеження і типізацію порушених земель та земель, які підлягають порушенню;

– вивчення властивостей розкривних порід і класифікацію їх щодо придатності для біологічної рекультивації;

– визначення напрямів і методів рекультивації;

– складання техніко-економічних обґрунтувань (ТЕО) і технічних робочих проектів з рекультивації.

Гірничотехнічний, або *інженерний етап* передбачає виконання робіт щодо підготовки земель, що звільнилися після гірничих розробок родовищ, до подальшого цільового використання в народному господарстві. На цьому етапі підприємства або виробничі об'єкти, які здійснюють розробку родовищ, виконують такі роботи:

– селективне зняття, складування і збереження придатних для біологічної рекультивації розкривних порід, у тому числі родючого шару ґрунту;

– селективне формування відвалів розкривних порід;

– планування і покриття спланованої поверхні шаром родючого ґрунту або потенційно родючих розкривних порід (за потреби);

– засипання і планування деформованих поверхонь (провали, карстові лійки та ін.);

– облаштування під'їзних доріг;

– меліоративні та протиерозійні заходи.

Біологічний етап рекультивації виконується після гірничотехнічної і включає заходи щодо відновлення родючості порушених земель (агротехнічні, фітомеліоративні та ін.), спрямовані на відтворення флори і фауни. Біологічну рекультивацію здійснюють землекористувачі, яким передають землі після гірничотехнічної рекультивації за рахунок коштів підприємств та організацій відповідного міністерства, які проводили на землях гірничі роботи.

У процесі вибору напрямку рекультивації земель необхідно мати на увазі, що рекультивовані землі і території, які їх оточують після закінчення робіт, являють собою оптимально сформовану та екологічно збалансовану ландшафтну ділянку. Відомі такі напрями рекультивації порушених земель:

– сільськогосподарський;
– лісогосподарський;
– водогосподарський;
– рекреаційний;
– санітарно–гігієнічний;
– будівельний.

Сільськогосподарський напрям рекультивації передбачає повернення земель до початкового стану (коли вони використовувались у сільському господарстві) і близький за змістом до англійського *Restoration*. З цією метою (у разі проведення гірничих робіт з видобутку корисних копалин) використовують невисокі відвали розкривних порід, на яких без значних витрат можна провести гірничотехнічну рекультивацію, котра передбачала б нанесення на поверхню відвалів шару родючого ґрунту або потенційно родючих розкривних порід. Сільськогосподарська ре культивація передбачає вирощування на порушених землях відповідного асортименту сільськогосподарських культур і в подальшому переведення цих земель у ріллю, кормові та інші види сільськогосподарських угідь.

Лісогосподарський напрям рекультивації має перевагу поширення в лісовій зоні з метою збільшення лісового фонду або в у мовах складного техногенного рельєфу, де неможлива сільськогосподарська рекультивація. Лісова, або лісогосподарська рекультивація передбачає вирощування на порушених землях відповідного набору лісових культур, які пізніше можна використовувати як товарні чи паркові лісопосадки, спортивно-оздоровчі та захисно-декоративні зони.

Водогосподарський напрям рекультивації передбачає використання кар'єрних виїмок та інших техногенних понижень для різноманітних водоймищ, у тому числі для риборозведення, зрошення, водної меліорації.

Рекреаційний напрям рекультивації варто впроваджувати поблизу великих населених пунктів у поєднанні з водогосподарською рекульти-

вацією. З цією метою можуть бути використані внутрішні та зовнішні відвали розкривних порід, які малопридатні для сільськогосподарської рекультивації.

Санітарно-гігієнічний напрям рекультивації можливий в усіх зонах поблизу населених пунктів і промислових підприємств у випадку необхідності біологічної або технічної консервації порушених земель, які негативно впливають на навколишнє природне середовище або рекультивація яких з подальшим використанням рекультивованих земель у народному господарстві неефективна.

Будівельний напрям рекультивації передбачає приведення порушених земель до стану, придатного для промислового і цивільного будівництва. Його можна використати поблизу населених пунктів будь-якої зони на породах, які за своїми фізико-механічними властивостями відповідають будівельним нормам і правилам.

Біологічна рекультивація земель може розглядатись або як один з етапів рекультивації, або самостійно, як комплекс біологічних заходів, спрямованих на відновлення родючості порушених земель з метою вирощування на них сільськогосподарських і лісових культур. У цьому випадку за ознакою дотримання біологічних механізмів відновлення ґрунтів вона поділяється на два основні види: сільськогосподарську рекультивацію і лісову, або лісогосподарську рекультивацію.

Враховуючи, що в Україні спостерігається тенденція до скорочення площ ріллі, що припадає на душу населення, перевага повинна віддаватися сільськогосподарській рекультивації. Проте для неї потрібне обов'язкове нанесення на спланову поверхню відвалів родючого шару ґрунту або потенційно родючих розкривних порід. Так, згідно з існуючими рекомендаціями, у випадку сільськогосподарської рекультивації кореневмісний шар повинен мати такі фізичні та агрохімічні властивості: щільність складення (об'ємна маса) – не більше 1,5 г/см^3; вміст гумусу – не менше 2 % у сільськогосподарському освоєнні та 1,0 % у лісовому; вміст водорозчинних сульфатів натрію і магнію не більше 5 %, хлоридів не більше 0,01 %, pH 6–8.

Вибираючи культури для вирощування на рекультивованих землях, необхідно передусім орієнтуватися на рослинність, яка росла на території родовища або росте на відпрацьованих відвалах і сусідніх староорних землях. У тих випадках, коли на території відпрацьованих відвалів розкривних порід можливе осідання, у перші роки не можна висівати багаторічні трави, а доцільніше замінювати їх однорічними бобово-злаковими сумішками.

Важлива практична мета біологічної рекультивації – скорочення розриву між початком відчуження земель і їх наступним використанням. Тривалість рекультивації може сягати 10–15 років і більше. Адже цей

цикл закінчується лише тоді, коли вміст гумусу в новоствореному шарі буде на рівні сусідніх староорних земель.

Під час відновлення земель треба враховувати, що без належного догляду рекультивовані землі може знищити ерозія. Щоб цього не сталося потрібно вже з самого початку біологічної рекультивації передбачити відповідні протиерозійні заходи. Треба пам'ятати, що відновлення порушених земель спрямоване не тільки на їх повернення у сільськогосподарський чи лісовий фонд, запобігання зсувів або ерозії, але й на створення екологічно збалансованої системи, яка б становила економічну і природно-естетичну цінність. Звичайно, у біологічній рекультивації не завжди вдається виконати усі вимоги проекту з рекультивації або окреслені заходи. В такому випадку треба провести коригування або визначити нові науково обґрунтовані роботи з рекультивації земель.

Серед порушених земель, які підлягають біологічній рекультивації, найбільш поширеними є відвали розкривних порід, які як ґрунтово-природний субстрат після завершення експлуатації починають заростати природною рослинністю відповідно до інваріантних властивостей геосистем. На відміну від староорних земель, формування рослинного покриву на відпрацьованих відвалах проходить сповільненими темпами. У більшості випадків це обумовлено бідністю розкривних порід на поживні речовини, несприятливими водно-фізичними та фізико-хімічними властивостями.

Вивчення процесів сингенезу природної рослинності на породах різної хімічної природи показало, що інтенсивність їх можна значно підвищити за рахунок нанесення на поверхню мінімального шару ґрунту, торфу або потенційно родючих порід товщиною від 2–5 до 10 см. При цьому разом із ґрунтами й особливо з торфом на відвал потрапляє насіння багатьох диких рослин, яке з часом проростає, формуючи флористичне угруповання. При цьому на перших етапах формування природно-техногенних комплексів майже в усіх зонах можна виділити три основні стадії сингенетичних сукцесій.

Перша стадія відбувається у перші 5–6 років, коли утворюється строкатий незімкнутий рослинний покрив, який складається з невибагливих рослин із широкою екологічною амплітудою і високою продуктивною здатністю (це переважно представники рудеральної флори), а зональні риси під час природного заростання починають проявлятися вже на третій або четвертий рік.

Друга стадія визначається у віці від 5–6 до 10–12 років. У цей період формуються складні багатовидові угруповання (30–40 видів) з більш чітко вираженими зональними рисами, при цьому ж зменшується число рудеральних однорічників і збільшується кількість багаторічників, а також формуються деревно-чагарникові ценози.

На *третій стадії,* яка починається після 10–12-річного віку відвалів,

посилюється екологічна диференціація видового складу рослин, причому переважають багаторічники. Серед них трапляються беркеза польова, кульбаба осіння, лапчатка гусяча, подорожник великий і ланцетолистий, хвощ польовий, щавель малий та ін.

Однією з вирішальних умов успішної біологічної рекультивації є введення культурних рослин у невластиві для них умови середовища промислових відвалів, необхідність підбору вихідного матеріалу, вивчення окремих характеристик видів і їх змін у новому екологічному середовищі. Під час підбору асортименту видів для проведення сільськогосподарської або лісової рекультивації необхідно всебічно вивчити екологічні особливості рослин, ритм росту і розвитку їх надземних та підземних органів, здатність до відтворення, що забезпечує збереження культурного угруповання тривалий час, та інших показників. Вивчення динаміки росту й розвитку, проходження фенологічних фаз, вегетативної та насіннєвої продуктивності і виявлення амплітуди коливань цих показників у рослин, що вирощуються на відпрацьованих відвалах на фоні різних агротехнічних заходів, служить основою вибору перспективних видів рослин для біологічної рекультивації.

Сільськогосподарське освоєння порушених земель передбачає одержання продукції вже після перших п'яти років освоєння, у зв'язку з чим роботи ведуться як щодо розробки способів меліорації закладованих у відвали розкривних порід з метою поліпшення їх властивостей для рослин, так і щодо підбору асортименту рослин та розробки схем сівозмін. Створення на відвалах сільськогосподарських угідь може вестися у двох напрямках:

- на породах (субстратах), властивості яких покращуються шляхом покриття їх гумусовим шаром ґрунту;
- безпосередньо на породах (субстратах), закладованих у відвали.

У першому напрямі, який ще відомий під назвою «землювання», поверхня відвалів покривається шаром родючого ґрунту або потенційно родючих порід товщиною 0,5–2 м, залежно від типу ґрунту, з яких формують поверхневий шар відвалу. У сільськогосподарській рекультивації великі вимоги ставляться до підбору культур. Під час підбору культур для такої рекультивації необхідно передбачити їх певну логічну послідовність, поєднавши з прийнятими етапами рекультивації. Продуктивність культур, що вирощуються на відпрацьованих відвалах, значною мірою залежить і від технології їх вирощування. Вона повинна мати локальний характер і передбачати використання конкретних систем обробітку ґрунту, удобрення і захисту рослин від хвороб, шкідників і бур'янів.

У біологічній рекультивації *штучні лісові угруповання* можуть передбачати різне призначення. Наприклад, у районах з недостатнім зволоженням штучні лісові насадження служать джерелом регулювання вод-

ного режиму, в малолісистих районах збільшують лісистість, а також виконують функцію полезахисних насаджень на рекультивованих землях. Необхідність проведення лісової рекультивації у багатьох випадках обумовлена різким зменшенням лісопокривної площі в районах діяльності гірничих підприємств. Одним з основних призначень лісової рекультивації вважається поліпшення несприятливих умов середовища шляхом створення лісів озеленювального, протиерозійного і санітарного призначення. У приміських зонах порушені землі можуть бути відведені під будівництво лісопарків, до складу структури яких входять як посадки деревних, так і організація зелених територій у вигляді газонів і квітників.

Характер меліоративних заходів, спрямованих на підготовку територій для проведення лісової рекультивації, визначається типом розкривних порід і їх сумішей, що накопичуються у відвалах. До лісової рекультивації придатні породи і відвали, які малопридатні для сільськогосподарської рекультивації.

Одним із найпростіших способів біологічної меліорації розкривних порід, призначених для лісової рекультивації, є використання бобових рослин-піонерів (люпин багаторічний, буркун та ін.), які здатні нагромаджувати атмосферний азот за рахунок фіксації його бульбочковими бактеріями, а також за рахунок їхньої вегетативної маси сприяти нагромадженню органічної речовини. Із деревних рослин піонерами освоєння земель, порушених промисловими розробками корисних копалин, служать такі види, як береза, чорна і сіра вільха, верба та ін.

Лісова рекультивація територій, порушених промисловими розробками корисних копалин, як правило, переважає в районах лісової зони, там, де в результаті видобутку корисних копалин, значно знищений лісовий покрив. Дослідженнями доведено, що в деяких випадках (за наявності поблизу джерел занесення насіння деревних, рослин заростання відвалів відбувається не лише за рахунок трав'янистих, але й деревних видів рослин. Тому, розробляючи питання лісової рекультивації, необхідно враховувати не тільки властивості самих відвалів, але й характер природного рослинного покриву на них, що дозволяє вирішувати питання про доцільність штучного лісовирощування або поліпшення умов для природного рослинного покриву.

Основна тенденція у виборі асортименту деревних рослин для лісової рекультивації повинна бути спрямована на використання видів місцевої флори, екологічно пристосованих до умов існування у певній ґрунтово-кліматичній зоні.

Сільськогосподарська рекультивація відвалів здійснюється упродовж двох періодів. Протягом першого періоду рекультивовані землі проходять стадію меліоративної сівозміни з вирощуванням ґрунтополіпшувальних

рослин, багаторічних трав, бобових та інших культур, які утворюють велику надземну і підземну масу.

Включення до сівозміни районованих культур проводиться у другий період. Грунтополіпшуючі культури в цей період зберігаються. В міру розвитку ґрунтоутворювального процесу і формування продуктивного ґрунтового шару багаторічні трави замінюються зерновими і зернобобовими культурами. Обробка ґрунту та інші агротехнічні заходи проводяться відповідно до зональних прийомів агротехніки.

Для запобігання розвитку ерозійних процесій важливим елементом агротехнічних заходів зі введення й освоєння ґрунтозахисних сівозмін, які відповідають місцевим ґрунтово-кліматичним умовам. Такі сівозміни вводять на схилах більше 5°. На схилах більше 10° застосовують сівозміни, в яких понад 50 % площі займають багаторічні трави. Ефективним заходом захисту ґрунтів від ерозії є смугове розміщення культур. Смуги займають культурами, які по-різному захищають ґрунт від ерозії: смуги просапних культур чергують зі смугами культур густого стояння, а багаторічні трави – з однорічними культурами і т. д.

На рекультивованих землях, покритих родючим шаром ґрунту незначної товщини, проводиться глибока безполицева обробка ґрунту або оранка з ґрунтопоглиблювачем. Обробка ґрунту (крім передпосівного) і рядкова сівба на схилах (або контурна оранка). Поперечна оранка може застосовуватись на простих схилах крутизною не більше 5° і на ґрунтах, які мають хороші інфільтраційні властивості. Оранка впоперек схилу малоефективна в районах з великою кількістю опадів і значною інтенсивністю злив, а також в районах із товстим сніговим покривом.

У підборі культур для рекультивованих земель треба передбачити їх відповідну логічну послідовність, прив'язавши їх до прийнятих етапів рекультивації. Так, із багаторічних трав на рекультивованих землях найчастіше вирощують конюшину лучну, буркун, люцерну та ін. Конюшину лучну вирощують на відпрацьованих підвалах з перших років їх сільськогосподарського використання, виходячи з тих міркувань, що вона має добре розвинутий стрижневий корінь, який глибоко проникає у ґрунт й утворює багато розгалужень. На його коренях багато бульбашок різного розміру і форми, де містяться бактерії, які засвоюють азот із повітря (до 60... 100 кг/га азоту на рік).

Сівозміна як науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур, відіграє надзвичайно велику роль у рекультивації земель. Це обумовлено її різнобічним впливом на родючість порушених земель та врожайність сільськогосподарських культур, повнішим використанням біологічних чинників, поліпшенням фізико-хімічних властивостей ґрунтів

і порід, водного й поживного режимів, мікробіологічної та ферментативної діяльності ґрунту, зниженням шкоди від бур'янів, хвороб і шкідників. Найбільшу продуктивність на рекультивованих землях забезпечують кормові сівозміни, насичені багаторічними травами до 60 %, з таким чергуванням: 1) вико-вівсяна суміш з підсівом конюшини; 2) конюшина першого року використання; 3) конюшина другого року використання; 4) кукурудза на зелену масу; 5) вико-вівсяна суміш з підсівом конюшини; 6–7) конюшина 2-річного використання.

2.2. Класифікація галузей господарства за рівнем екологічної толерантності

Ступінь толерантності галузей господарства до природних екосистем. Проблема визначення толерантності галузей до природних екосистем доволі нова, тому показники рівня індексів і коефіцієнтів ще належить винайти. Проте пошук головних критеріїв такої оцінки можливий на основі концепції біотичної регуляції В. Г. Горшкова і концепції ноосферних екосистем С. П. Сонька.

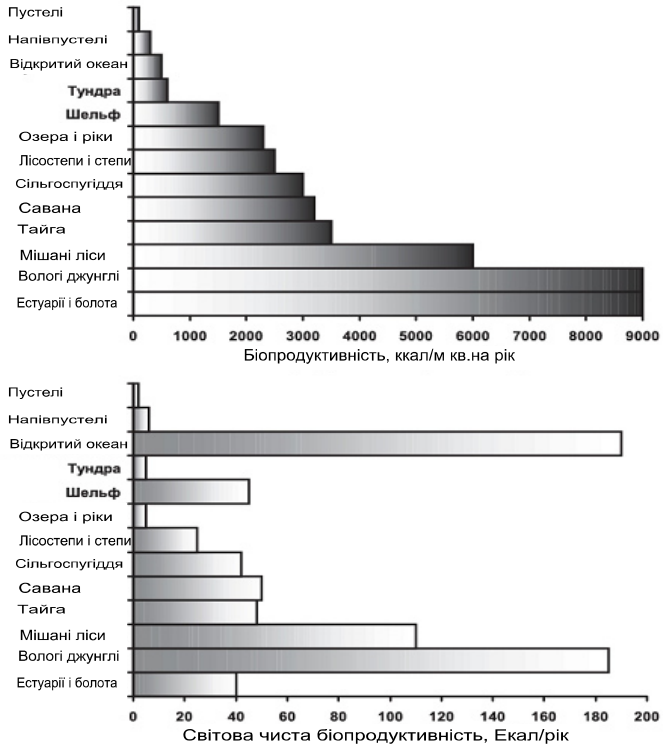


Рис. 1. **Біопродуктивність екосистем як енергія, накопичена продуцентами в процесі фотосинтезу.**
Світове виробництво електроенергії складає близько 10 Екал/рік, а всього людство споживає 50–100 Екал/рік; 1 Екал (ексакалорія) = 1 мільйон мільярдів ккал

Напевне, найголовнішим критерієм є *глибина (ступінь) перетворення природних екосистем* тією чи іншою галуззю. Власне, через таку глибину і визначається ступінь толерантності (терпимості) даної галузі. Методика розрахунку і кількісні значення показників, які формують насиченість такого критерію майже не підлягають точному розрахунку через надзвичайну складність. Наведемо головні складові цього критерію:

1. Розрахунок *біопродуктивності наземних та водних екосистем* як головний показник їхнього екологічного здоров'я (гомеостазу) завжди являв собою надзвичайно

складну проблему для закордонних і вітчизняних екологів[96]. Перші розрахунки цих показників здійснили Ю. Одум (США) та Н. І. Базілевич (СРСР). А розрахунок такого показника, як споживання людиною первинної біологічної продукції в 1980 р. здійснив В. Г. Горшков, і цю оцінку лише через 6 років повторили такі відомі екологи США, як Вітоусек, Мастон, Пітер і Ганна Ерліхи. Саме порушення біопродуктивності природних екосистем і є тим головним негативним наслідком господарської діяльності, який визначає ступінь їхньої толерантності. Як бачимо з **рис. 1** показники біопродуктивності, розраховані для головних біомів нашої планети, дають змогу зробити приблизні оцінки рівня толерантності господарської діяльності у різних галузях, які розвиваються в окремих природних зонах. Наприклад, низька біопродуктивність пустель, напівпустель і тундр, зокрема через збіднення видового складу біоти й існування її на межі виживання, свідчить про те, що екосистеми цих природних зон дуже вразливі до господарських впливів, а отже, на їх відновлення піде набагато більше часу, ніж у інших біомах. Саме тому і вибір господарського навантаження на екосистеми цих природних зон повинен здійснюватись дуже ретельно.

2. Дослідження повноти біорізноманіття. Екосистеми та рослини й тварини, що їх населяють, виступають основними надавачами послуг для всіх живих істот (Daily, 1997), зокрема таких послуг, як:

- *регулювання глобальних процесів*, регулювання атмосферних газів, які впливають на світовий і місцевий клімат та повітря, яким ми дихаємо;
- *збереження ґрунтів і води*, підтримка гідрологічного циклу та контроль ерозії;
- *кругообіг поживних речовин*, контроль потоку поживних речовин й енергії на планеті, наприклад, розкладання та детоксикація відходів, відновлення ґрунтів, засвоєння азоту, фотосинтез;
- *генетична бібліотека*, що забезпечує джерело інформації для виведення кращих сортів сільськогосподарських культур або порід худоби;
- підтримка розмноження рослин шляхом *запилення та поширення насіння* рослин, які ми використовуємо в їжу, для виготовлення одягу або будинків;
- *контроль над сільськогосподарськими шкідниками і хворобами;*
- *джерело натхнення* для вирішення сільськогосподарських, медичних, виробничих проблем;
- можливості для *туризму та відпочинку.*

[96] Біопродуктивність насамперед залежить від ступеня скорельованості популяцій біоти, а отже, будь-який господарський вплив на біоту спричиняє зменшення біопродуктивності у природних екосистемах (Горшков, 1994).

Часто цінність послуг екосистеми не враховується в аналізі комерційних ринків, незважаючи на їх суттєву важливість для виживання людства. Як можна визначити цінність регулювання вмісту кисню в атмосфері? У певному розумінні його цінність нескінченна, оскільки без кисню ми б не змогли вижити. Також чимало «послуг» екосистеми неможливо замінити або можливо замінити лише за дуже великі кошти. Спроба визначити цінність таких «послуг» зроблена у праці (*Costanza et al*., 1997), де досліджена цінність 15 послуг екосистеми та двох товарів у 16 біомах, Земля надає людству послуги на суму від 16 до 54 трильйонів доларів США, а отже, масове вилучення видів з екосистеми, найімовірніше, порушить здатність екосистеми надавати ці послуги.

3. *Небезпека порушення гомеостатичних властивостей природних екосистем,* напевне, є головним результуючим критерієм рівня толерантності окремих галузей. Більш детальне дослідження такої небезпеки охоплює переважно техноекологічні аспекти розвитку галузей господарства і пов'язане з дослідженням технологічних схем підприємств, складних фізичних і хімічних взаємодій в окремих технологічних процесах, і що найголовніше – їхніх біогеохімічних наслідків. Спробуємо на прикладі *нафтової галузі* показати складність цього завдання.

Основний негативний вплив підприємства нафтодобування і переробки здійснюють на атмосферне повітря і водні об'єкти. Щорічно галуззю викидається шкідливих речовин до 1650 тис. т. Основна частка викидів (98 %) припадає на рідкі та газоподібні речовини. Першим забруднюючим об'єктом в ланцюжку видобування і переробки нафти є місце розташування свердловин, нафтодобувного обладнання і первинної підготовки нафти до транспортування. Негативний вплив на навколишнє середовище тут проявляється в таких аспектах:

1) вилучення земельних ресурсів для будівництва свердловин, очисних споруд, накопичувальних резервуарів, транспортних комунікацій, житла тощо, порушення та забруднення земель;

2) викиди газоподібних речовин в атмосферу;

3) вилучення з нафтою високомінералізованих супутніх вод та скид їх в пониження рельєфу;

4) аварійні розливи нафти з наступним випаровуванням.

Характерними забруднюючими речовинами, які утворюються в процесі видобування нафти, є вуглеводні (48 % сумарного викиду в атмосферу) оксиди вуглецю (33 %), тверді речовини (20 %). Тому кращим прийомом підготовки нафти до транспортування є напірний як більш герметичний, який, крім того, може доповнюватись стабілізаційними заходами в спеціальних ректифікаційних колонах.

Боротьба з наслідками скиду високомінералізованих вод, що відокремлюються від нафти, ведеться шляхами їх очищення (знесолювання) і закачкою їх в нафтоносні пласти, особливо при підтриманні необхідного внутрішнього тиску в них.

Нафта, потрапляючи у воду, розтікається по ній тонкою плівкою, утворюючи величезні плями, які займають сотні квадратних кілометрів, обмежують потрапляння кисню у воду, засмічують береги річок, морів і океанів, а при вмісті нафтопродуктів у воді понад 0,005 мг/л гинуть всі живі істоти.

Підприємства нафтопереробної промисловості спричиняють забруднення як повітряного, так і водного басейну. Головними джерелами забруднюючих речовин є процеси вилучення сірки (знесірчення), регенерації каталізаторів крекінгу, нагрівачі, ректифікаційні колони, котли, посудини для зберігання сировини та готових продуктів, сепаратори води та нафти, факели спалювання суміші попутних газів і повітря.

Підприємства нафтопереробної промисловості забруднюють атмосферу викидами вуглеводів (73 % сумарного викиду), діоксиду сірки (18 %), оксиду вуглецю (7 %), оксидів азоту (2 %). Тому на нафтопереробних заводах значну увагу приділяють герметизації всіх посудин, де містяться нафтопродукти, очищенню димових газів і знесірчуванню нафти. Вловлювання шкідливих речовин в галузі становить близько 47,4 %. В даний час широко впроваджується процес видалення сірки гідроочищенням, яке здійснюється при підвищеному тиску і температурних режимах близьких до 400 ^{o}C з застосуванням таких каталізаторів, як оксиди і сульфіди вольфраму, нікелю і кобальту. Суть процесу гідрознесірчування полягає в каталітичному гідрогенолізі зв'язку C – S у сполуках, які містять в собі сірку.

Потреба у великій кількості води зумовлює необхідність розташування нафтопереробних заводів (НПЗ) поблизу водойм, що, в свою чергу, вимагає потребу в захисті водних об'єктів від забруднення. В проектах нових НПЗ питомі витрати стічних вод, які підлягають очищенню і скиду, дорівнюють на 1 т переробленої нафти 0,17…0,26 м^3. На НПЗ здійснюється повна роздільна система каналізації, по якій виробничо-дощові та хімічно забруднені води відводяться двома системами. Нафтопереробні заводи є також джерелом забруднення ґрунтів нафтопродуктами. Крім того, необхідно утілізовувати такі відходи нафтопереробки, як нафтові шлаки, кислі гудрони, відпрацьовані відбілюючі глини, надлишковий активний мул, попіл.

Таким чином, оцінка рівня екологічної толерантності нафтової галузі повинна здійснюватись у різних аспектах:

- впливу на екотопи аборигенних видів (видобуток та транспортування нафти);

- порушення літогенної основи природних ландшафтів (видобуток);
- складні багатокомпонентні забруднення повітряного та водного басейну;
- велике водоспоживання.

4. *Непрямий (опосередкований) вплив* є чи не найголовнішим при оцінках екологічної толерантності галузі. Наприклад, незважаючи на те, що сучасна високотехнологічна продукція машинобудування не є матеріаломісткою, енергомісткою, габаритною, опосереднений вплив машинобудування на природне середовище не менший, а набагато більший порівняно з галузями первинного сектору. Це пов'язано з тим, що у сучасному машинобудуванні використовуються рідкісні метали, які мають унікальні фізичні властивості. Видобуток цих металів, вміст яких у гірській породі дуже малий, стимулює розвиток гірничо-збагачувальної галузі – найнебезпечнішої за масштабами впливу на ландшафти. Крім того, машинобудування, розробляючи складні технічні пристрої, начебто технічно забезпечує усебічний наступ на природні екосистеми.

Виходячи зі сказаного, оцінки екологічної толерантності галузей господарства можуть бути проведені у відносному варіанті з виходом на загальний рівень такої толерантності і присвоєнням підприємствам чи галузям певного класу або рівня.

Так, за принципом *однаковості перетворення природних екосистем* і особливостями природовикористання в один клас можуть бути об'єднані сільське, лісове та рекреаційне господарство. Зокрема, ці галузі схожі тим, що вони майже однаково використовують біокліматичний потенціал території, найбільше зберігаючи природну здатність екосистем до самовідтворення. В сільському господарстві – найбільш поширеній на земній поверхні галузі господарства – сформувались свої індивідуальні форми перетворення природи – агроекосистеми. В лісовому господарстві формуються лісогосподарські комплекси, які також зберігають відтворювальну здатність лісових екосистем. Рекреаційний тип природокористування найбільшою мірою зберігає відтворювальну здатність екосистем, оскільки біопродуктивність, недоторканість ландшафтів є головною передумовою розвитку рекреаційного господарства.

Галузі видобувної промисловості (гірничорудна, гірничобудівельна, гірничохімічна, нафтогазова) є найпершими як за обсягами прямого споживання природних ресурсів, так і за масштабами видозміни земної поверхні. При їх розвитку відбувається докорінне руйнування (разом з літогенною основою) природних ландшафтів і екосистем. А в деяких випадках (Сибір, Аляска) розвиток цих галузей призводить до неможливості їх самовідтворення. Напевне ця група галузей є найнебезпечнішою з позицій екологічної толерантності і має найвищій клас небезпеки.

Енергетика за своїм впливом і особливостями природокористування значно відрізняється від інших галузей. Так, *теплова енергетика* безпосередньо залежить від споживання кам'яного вугілля, а отже, початково визначає масштаби і ступінь порушення природних ландшафтів в регіонах вуглевидобутку. Крім того, теплова енергетика є най головнішою галуззю, яка спричиняє парниковий ефект. *Гідроенергетика* чи не єдина галузь, що виробляє найдешевшу електроенергію з відносно високою ефективністю, проте наслідки її розвитку (докорінна зміна гідрологічного режиму рік, підтоплення та ін.) також чинять суттєвий вплив на кінцеву екологічну толерантність виробництва. *Атомна енергетика* розглядається як найбільш небезпечна галузь, яка на відміну від двох попередніх «краде» не простір (тобто територію), а час, впродовж якого (200–250 років і більше) можуть зберігатись радіоактивні відходи від атомної енергетики. Найбільш перспективними як в плані ефективності так і відносно екологічного впливу уявляються галузі альтернативної енергетики – вітрової, сонячної, приливної, геотермальної. Проте сучасні оцінки, зокрема вітрової енергетики у її впливі на природні міграції птахів, шумове забруднення, знижують загальний рівень її екологічної толерантності.

Хімічна промисловість та металургія належать переважно до первинного сектору господарства, оскільки виробляють не готову продукцію, а напівфабрикати (за винятком хімії органічного синтезу). Крім того, розвиток цих галузей розглядається з позицій розвитку виробничо-технологічних укладів. Так, їхній підйом і бурхливі темпи розвитку притаманні другому виробничо-технологічному укладу, який розвивався з 30-х років до 70-х років XX століття. Сьогодні, коли починає розвиватись постіндустріальний виробничо-технологічний уклад значення цих галузей змінюється у бік зменшення загальних обсягів виробництва та фізичного перенесення або на території третіх країн, або в прибережну зону з орієнтацією на довізну (морським шляхом) сировину. Проте, незважаючи на помітні успіхи в екологізації виробництва (наприклад, «екологічно чисте» підприємство «Інтер-Пайп» у Дніпропетровську), ні металургія, ні хімічна промисловість не навчились поки що працювати без сировини, видубуток і переробка якої залишаються найбільш екологічно «брудними» технологіями і автоматично відносять ці галузі до галузей з низькою екологічною толерантністю.

Машинобудування за своєю специфікою належить до переробних галузей або вторинного сектору. Крім того, це найперспективніша галузь, яка традиційно визначає науково-технічний прогрес, а останнім часом місце і роль будь-якої країни в світовій економічній системі. Визначною рисою сучасного машинобудування є майже повний «відрив» від природно-ресурсного потенціалу території, на якій воно розвивається. Су-

часна високотехнологічна продукція машинобудування не є матеріаломісткою, енергомісткою, габаритною. Але опосереднений вплив машинобудування на природне середовище не менший, а набагато більший порівняно з галузями первинного сектору, адже у сучасному машинобудуванні використовуються рідкісні метали, які мають унікальні фізичні властивості. В свою чергу видобуток цих металів, вміст яких у гірській породі дуже малий, спричиняє розвиток гірничо-збагачувальної галузі.

2.2.1. Оцінка екологічної толерантності окремих галузей

Промисловість та її екологічна оцінка. Промисловість має складну внутрішньогалузеву структуру, але за рівнем екологічної толерантності майже всі її галузі можуть бути віднесені до найбільш небезпечних. Переважна більшість промислових технологічних процесів докорінно порушують природні ландшафти і майже знищують гомеостатичні властивості природних екосистем. У всьому світі у галузях промисловості широко використовується близько 60 тис. хімічних речовин, та лише кілька сотень із них досить повно досліджені. *Промисловість* – група галузей, яка бере найактивнішу участь у технічному перетворенні біосфери на *техносферу,* якою називається частина біосфери, охоплена впливом діяльності людини, її технічних засобів, об'єктів, що працюють або споруджуються. Вона почала формуватись у XVIII–XIX ст. водночас із бурхливим розвитком науки та техніки й до другої половини XX ст. стала силою планетарного масштабу. Це пов'язано з активізацією діяльності людини й появою нових факторів негативного впливу на природу: розвиток атомної енергетики, розробка нових видів озброєнь, хімізація сільського господарства, подальший розвиток усіх видів транспорту, гірничодобувної, металургійної промисловості, машинобудування та освоєння космічного простору. В результаті збільшилося забруднення всіх компонентів довкілля – повітря, води, ґрунтів, продуктів харчування. В біосфері почалися процеси міграції речовин, спричинені виробничою діяльністю людини, утворився третій вид кругообігу речовин у природі (крім геологічного й біологічного) – *технологічний*. Виникла необхідність детально вивчати, класифікувати різні техногенні забруднення довкілля, передбачати їх, уміти запобігати їм, зменшувати, нейтралізувати, нарешті, боротися з наслідками різних негативних дій людини на природу. Це зумовило розвиток багатьох нових напрямів у сфері прикладної екології, які узагальнено називають «техноекологією», частиною якої є *промислова екологія*.

Основні промислові забруднювачі природного середовища – це різні гази, газоподібні речовини, аерозолі, пил, які викидаються в атмосферу промисловими підприємствами, радіоактивні, електромагнітні, магнітні

й теплові випромінювання та поля, шуми й вібрації, «збагачені» шкідливими хімічними сполуками промислові стоки, нафтопродукти. Сьогодні довкілля забруднюють більше ніж 7 тис. хімічних сполук, що виділяються в процесі промислового виробництва, багато з яких – токсичні, мутагенні й канцерогенні. До найпоширеніших і найнебезпечніших промислових забруднювачів повітря належать діоксид азоту, бензол; води – нафтопродукти, кислоти, луги ПАР (поверхнево-активні речовини та ін.); ґрунту – поліхлоровані дифеніли, соляна кислота. Кількість промислових забруднювачів зараз величезна й, на жаль, продовжує зростати. Особливу небезпеку становлять важкі метали, які дедалі в більшій кількості нагромаджуються в ґрунті, воді й продуктах харчування.

Щорічно в результаті згорання палива, що використовується в промислових технологічних процесах, в атмосферу планети викидається приблизно 22 млрд т діоксиду вуглецю й 150 млн т сірчистих сполук; світова промисловість скидає в річки понад 160 км^3 шкідливих стоків. У найзагальнішому вигляді промислові забруднювачі й забруднення довкілля класифікуються так:

– за походженням – механічні, хімічні, фізичні, біологічні; матеріальні, енергетичні;

– за тривалістю дії – стійкі, нестійкі, напівстійкі, середньої стійкості;

– за впливом на біоту – прямої та непрямої дії;

– за характером – навмисні (заплановані), супутні, аварійно-випадкові.

Механічні забруднювачі – це різні тверді частинки або предмети (викинуті як непотрібні, відпрацьовані, невикористані) на поверхні Землі, в ґрунтах, воді, в Космосі (пил, уламки машин та апаратів). *Хімічні забруднювачі* – тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи та сполуки штучного походження, які надходять у біосферу й порушують природні процеси кругообігу речовин та енергії. *Фізичні забруднення* – це зміни теплових, електричних, електромагнітних, гравітаційних, світлових, радіаційних полів у природному середовищі, шуми, вібрації, які утворюються в промислових технологічних процесах. *Біологічні забруднення* – поява в природі в результаті промислової біотехнології нових різновидів живих організмів (наприклад, вірусу СНІДу), підвищення патогенності паразитів та збудників хвороб, а також спровоковане людиною катастрофічне розмноження окремих видів і біологічно активних речовин.

До *матеріальних* належать різні атмосферні забруднення, стічні води, тверді відходи, до енергетичних – теплові викиди, шуми, вібрації, електромагнітні поля, ультразвукове, інфразвукове, світлове, лазерне, інфрачервоне, ультрафіолетове, іонізуюче, електромагнітне випромінювання.

До *стійких* належать забруднювачі, які довго зберігаються в природі (пластмаси, поліетилени, деякі метали, скло, радіоактивні речовини з великим періодом напіврозпаду тощо).

Нестійкі забруднювачі швидко розкладаються, розчиняються, нейтралізуються в природному середовищі під впливом різних факторів і процесів.

Навмисні забруднення – це умисні (заборонені) протизаконні викиди й скиди шкідливих відходів виробництва у водні об'єкти, повітря й на земельні ділянки, утворення кар'єрів і т. д.

Супутні забруднення – це поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери в окремих районах, регіонах планети в цілому в результаті промислової діяльності (зникнення малих річок, поява кислотних дощів, парникового ефекту, руйнування озонового шару та ін.).

Найбільш поширені і небезпечні *промислові забруднювачі довкілля*:

- *Оксид вуглецю (CO)*, або чадний газ – не має кольору й запаху, утворюється в результаті неповного згоряння кам'яного вугілля, природного газу, деревини, нафти, бензину. Якщо в повітрі міститься 1 % CO, то це вже негативно впливає на біоту, а 4 % для багатьох видів є летальною дозою. Один автомобіль викидає в повітря близько 3,65 кг CO за добу; щільність потоків автомобілів на основних магістралях Києва сягає 50–100 тис. машин за добу, щогодинний викид у повітря CO становить 1800–2000 кг.

- *Оксиди азоту*, що в 10 разів небезпечніші для людини, ніж CO, викидаються в повітря переважно підприємствами, які виробляють азотну кислоту й нітрати, анілінові барвники, целулоїд, віскозний шовк, а також паливними агрегатами ТЕС і ТЕЦ, металургійними заводами й спричинюють утворення кислотних дощів. На територіях, що межують із основними автомагістралями Києва (10–30 км), концентрації NO_2 в 10–30 разів перевищують гранично допустимі (ГДК), бензпіренів – у 3–10 разів.

- *Аміак (NH_3)*, що застосовується для виробництва, зокрема азотної кислоти, подразнює дихальні шляхи людей і тварин.

- *Шкідливі вуглеводні* (ароматичні, парафіни, нафтени, бензпірени) містяться у вихлопних газах автомобілів (недосконалість процесів згоряння бензину в циліндрах двигунів), картерних газах, випарах бензинів. Дуже шкідливі також сажа (оскільки добре адсорбує забруднювачі), ненасичені (олефінові) вуглеводні (етилен та інші), які становлять 35 % загальної кількості вуглеводневих викидів і є однією з причин утворення смогів – фотохімічних туманів у містах-гігантах. Крім промислових викидів, вуглеводні містяться у вихлопних газах автомобілів (близько 200 шкідливих компонентів, найнебезпечніші з яких – бензапірени, оксиди азоту, сполуки свинцю та ртуті, альдегіди).

- *Діоксид сірки (SO_2)*, або сірчистий газ, виділяється під час згоряння палива з домішками сірки (вугілля, нафта), переробки сірчаних руд, горіння териконів, виплавлення металів.

- *Триоксид сірки (SO_3)*, або сірчаний ангідрид, утворюється внаслідок окиснення SO_2 в атмосфері під час фотохімічних і каталітичних реакцій та є аерозолем або розчином сірчаної кислоти в дощовій воді, яка підкислює ґрунти, посилює корозію металів, руйнування гуми, мармуру, вапняків, доломітів, спричиняє загострення захворювань легень і дихальних шляхів. Нагромаджується в районах хімічної, нафтової й металургійної промисловості, ТЕЦ, цементних і коксохімічних заводів. Украй шкідливий також і для рослин, оскільки легко засвоюється ними й порушує процеси обміну речовин і розвитку.

- *Сірководень (H_2S) і сірковуглець (CS_2)* викидаються в повітря окремо й разом з іншими сірчистими сполуками, але в менших кількостях, ніж SO_2, підприємствами, які виробляють штучне волокно, цукор, а також нафтопереробними й коксохімічними заводами. Характерна ознака цих забруднювачів – різкий, неприємний, подразнюючий запах. Мають високу токсичність (у 100 разів токсичніші, ніж SO_2). В атмосфері H_2S повільно окислюється до SO_3. Потрапляє в атмосферу також у районах діяльності вулканів. Крім того, в природних умовах сірководень – це кінцевий продукт сульфатредукуючих бактерій – на дні боліт і річок, озер, морів і навіть у каналізаційних системах.

- *Сполуки хлору* з іншими елементами концентруються навколо хімічних заводів, які виробляють соляну кислоту, пестициди, цемент, суперфосфат, оцет, гідролізний спирт, хлорне вапно, соду, органічні барвники тощо. В атмосфері містяться у вигляді молекулярного хлору й хлористого водню.

- *Сполуки фтору* з іншими елементами нагромаджуються в районах виробництва алюмінію, емалі, скла, кераміки, фарфору, сталі, фосфорних добрив, феросплавів. У повітрі вони містяться у вигляді фтористого водню (HP) або пилуватого флюориту (CaP_2). Сполуки фтору надзвичайно токсичні, до них дуже чутливі комахи. Фтор нагромаджується в рослинах, а через рослинний корм – в організмі тварин.

- *Свинець (Pb)* – токсичний метал, який міститься у вихлопних газах автомобілів, свинцевих фарбах, матеріалах покриттів, ізоляцій електрокабелів і водопроводів, різних прокладок та ін.[97]

[97] В організмі людини міститься в середньому близько 120 мг свинцю, який розподілений по всіх органах, тканинах, кістках. Із кісток він виводиться дуже повільно (десятки років)! Органічні сполуки свинцю надходять в організм людини крізь шкіру, слизові оболонки, з водою та їжею, а неорганічні – дихальними шляхами. Сьогодні мешканець великого міста щодня вдихає близько 20 $м^3$ повітря з вихлопними газами, до компонентів яких належить свинець, отримує його з їжею (до 45 мкг), і в організмі затримується до 16 мкг свинцю,

- *Кадмій (Cd)* – одна з найотруйніших речовин[98]. Його ГДК – 0,001 мг/л. Найпотужнішими джерелами надходження кадмію у довкілля (т/рік) є: виплавка міді (1700–3400); виплавка свинцю (39–195); виробництво чавуну та сталі (28–284); спалювання вугілля (176–882); спалювання нафти (41–246); виробництво фосфатних добрив (68–274); виробництво цементу (60–180); спалювання деревини (60–180).

- *Ртуть (Hg)* – високотоксична речовина, особливо ртутно-органічні сполуки – метилртуть, етилртуть та ін. Використовується переважно в атомній енергетиці, металургії, хімічній промисловості та машинобудуванні. В довкілля потрапляє з відпрацьованих люмінесцентних ламп, батарейок, промислових вимірювальних приладів (низькотемпературних термометрів, барометрів, манометрів, датчиків положення, еталонних джерел напруги, детекторів радіоактивного випромінювання). Ртуть та її сполуки використовуються також у вакуумних насосах, хімічних джерелах струму (ртутно-цинкових). Ртуть застосовується як робоче тіло у важконавантажених гідродинамічних підшипниках. Ртуть використовується як баласт в підводних човнах. Ртуть раніше входила до складу деяких біоцидних фарб. Перспективне використання ртуті в сплавах з цезієм в якості високоефективного робочого тіла в іонних двигунах. Металева ртуть служить катодом для електролітичного одержання ряду активних металів, хлору і лугів. Ртуть використовується для переробки вторинного алюмінію і видобутку золота.

- *Нові забруднювачі*, винайдені людиною, яких природа раніше не знала й не мала часу підготувати до них екосистеми, за своєю фізико-хімічною структурою чужі всьому живому й не можуть перероблятися, втягуватися в обмінні процеси. До таких небезпечних забруднювачів належать поліхлорбіфеніли (ПХБ), полібромні біфеніли (ПББ), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) – їх виробляють понад 600 видів, – нітрозоаміни, вінілхлориди (містяться в різних плівках, поліетиленових упаковках, пакетах, трубах), майже всі синтетичні пральні порошки. Більшість із цих речовин є канцерогенними, вони впливають на генетичний апарат людей. Прихований період хвороб від отруєння такими речовинами становить 10–15 років.

котрий проникає в кров і розподіляється в кістках (до 90 %), печінці й нирках. Іноді загальна кількість свинцю в організмі городянина становить 0,5 г і більше, тоді як його ГДК в крові – 50–100 мкг/100 мл.

[98] Так, у 1956 р. в Японії тяжке захворювання кісток, відоме як ітай-ітай, було викликане хронічним отруєнням людей кадмієм, що містився в рисі. Цей рис вирощувався неподалік гірничодобувного комбінату, який сильно забруднював околиці відходами з умістом кадмію. Підвищений уміст кадмію спостерігається в морських фосфоритах, морських рослинах і кістках риб, у деяких поліметалічних рудах. Нагромаджується він у золі під час спалювання сміття на звалищах.

Якщо не вжити термінових заходів до зменшення забруднень довкілля, то, за розрахунками спеціалістів, через 50 років, зважаючи на зростання промислового виробництва, вміст оксиду заліза в ґрунтах і водах планети подвоїться, сполук цинку й свинцю збільшиться в 10 разів, ртуті, кадмію, стронцію – в 100, арсену (миш'яку) – в 250 разів.

При дослідженні екологічного впливу промислових підприємств важливо пам'ятати, що кожна з забруднюючих речовин, узята окремо, може мати концентрацію, меншу за ГДК (тобто не становить небезпеку для здоров'я), але сукупна дія всіх забруднювачів дає сильний негативний ефект, як і в разі, коли набагато перевищується ГДК якого-небудь токсиканта. Це явище називають ефектом підсумовування дії шкідливих речовин, або *синергічним ефектом*. Прикладом може бути сукупна сильна негативна дія діоксиду сірки й сірководню, ацетону й фенолу, ацетальдегіду й вінілацетату, діоксиду азоту й формальдегіду, сірчистого газу й діоксиду азоту, суміші сильних кислот (HC1, H_2SO_4, H_2PO_3), метанолу й етанолу, «помірної» радіації й деяких важких металів, радіації й пестицидів, радіації й шуму.

Рекреаційна діяльність та туризм. Серед європейських держав Україна відзначається найбільшим розмаїттям ландшафтних комплексів, значним історико-культурним, етнічним та генетичним надбанням, і саме тому раціональне використання турисько-рекреаційного потенціалу України слід розглядати як один із діючих засобів розв'язання проблем її економічного розвитку, стабілізації екологічної ситуації та забезпечення належного рівня якості життя населення передусім у сільській мвсцевості.

Згідно з оцінками екологічної толерантності, викладених у попередньому розділі, ця група галузей (разом із сільським та лісовим господарством) має найбільш позитивну оцінку, оскільки використовує такі ресурси екосистем, які не передбачають їхнього збіднення і докорінного втручання у життєдіяльність різних представників біоти. Сьогодні в багатьох економічно розвинутих країнах рекреаційній діяльності та екологічному туризму приділяється усе більша увага. Але доцільність розвитку екотуризму саме в Україні обґрунтовується ще і тим, що він може відіграти роль каталізатора структурної перебудови економіки, забезпечити демографічну стабільність та розв'язання нагальних соціально-економічних проблем українського села (Сонько, 2012[99]).

Якщо туризм має еколого-толерантний характер і правильно організований, він може внести істотний внесок до збереження навколишнього і культурного середовища. Наприклад, завдяки розвитку туризму за останні 50 років на порядок збільшилася кількість природних заповідних

[99] http://www.udau.edu.ua/media/elektronni-materiali/naukovi-statti/sonko-s.p/turizm-yak-galuz-vidrodzhennya-ukrayinskogo-sela.html

зон (сьогодні налічується майже 10 000 національних парків і заповідників). Туризм – потужний стимул для створення водоочисних споруд, видалення сміття і інших відходів, оскільки більшість туристів вважають за оптимальне саме те місце відпочинку, де не спостерігається шкідливої дії виробничих підприємств і транспортних засобів, а сприятлива екологічна обстановка залишається основною вимогою туристів.

Крім того, туризм має потенціал для створення робочих місць, що сьогодні дуже актуально для українського села. Види зайнятості у сфері туризму численні і різноманітні, починаючи з роботи в готелях і готелях, закінчуючи екскурсоводами і водіями таксі. У багатьох країнах туризм є рушійною силою практично у всіх секторах економіки: сільському господарстві, будівництві, промисловості, розвитку інфраструктури, а також в сферах освіти, культури, спорту і індустрії розваг. Зростання туризму завдяки ефекту мультиплікатора веде до підвищення місцевого попиту на товарну продукцію і розвитку місцевих ринків в кожному секторі економіки (Сонько, 2013[100]).

Екологічний туризм – порівняно нове поняття в туристичній діяльності. Саме орієнтацією на екологічну складову можна пояснити підвищену увагу в останні роки до відвідування місць з незміненим або мало зміненим природним середовищем. Зазвичай виділяють три основних складових екотуризму:

- екоосвітню, яка передбачає наявність в екотурі елементів екологічної освіти та просвіти (пізнання природи, отримання туристами нових знань, навичок та вмінь не просто поведінки у природі, а спілкування з нею);

- природоохоронну, яка реалізується у відповідній природозберігаючій поведінці групи на маршруті, застосуванні спеціальних еколого-туристичних технологій мінімізації впливу на природне середовище, а також участі туристів і туроператорів у програмах та заходах з захисту навколишнього середовища;

- етно- та екотолерантну (етноекологічну), що виявляється у повазі інтересів місцевих жителів. Це перш за все шанобливе ставлення до місцевого населення, збереження традиційних систем природокористування, повага та дотримання місцевих законів і звичаїв, а також внесок туризму в соціально-економічний розвиток даної території[101].

---

[100] Сонько С. П. Релігійний туризм як акселератор регіонального розвитку (на прикладі Уманщини) / С. П. Сонько, О. М. Голубкіна // Перспективи розвитку туристичної індустрії в Україні: регіональні аспекти : збірник тез за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, 22 березня, 2013 р. – Умань : Візаві, 2013. – 314 с. – С. 242–245.

[101] Для більш глибокого розуміння екотуризму слід пам’ятати «10 заповідей екотуриста», сформульованих міжнародною спілкою екотуризму (TIES): пам'ятати про вразливість Землі; лишати тільки сліди, забирати з собою лише фотографії; пізнавати світ, у який потрапив:

Головними об'єктами екотуризму вважаються малозмінені природні території. Але останніми роками, насамперед в Європі і в Україні розвивається напрямок, зорієнтований на відвідування разом, із малозміненими людською діяльністю природними територіями і об'єктів традиційної місцевої культури. У зв'язку із зосередженням уваги на організації відпочинку насамперед у сільській місцевості, цей напрямок екологічного туризму часто називають сільським або агротуризмом. Саме цей напрямок розвитку екотуризму є найбільш перспективним (Сонько, 2012[102]).

З екологічних позицій туризм є одним з малонебезпечних видів природокористування. Проте, розвиток туризму все ж таки вимагає залучення до людської діяльності природних ресурсів. При цьому утворюється особливий вид ландшафту – *рекреаційний*. У багатьох розвинених країнах території, використовувані для відпочинку і туризму ландшафти, займають третє місце за площею після сільськогосподарських і лісових земель. Швидкі темпи розвитку світової індустрії туризму і велика економічна вигода, яку вона приносить, робить рекреаційне використання земель перспективним і здатним успішно конкурувати і витісняти інші види землекористування. Спільно з сільським і лісовим господарствами рекреаційне використання територій створює «фон», на якому розвиваються й інші види господарської діяльності. У деяких мысцях місць створюються культурні ландшафти: курортні зони, пляжі, лісопарки і ін., де рекреаційне використання є основним.

Рекреаційні ландшафти уразливі, а рекреаційні ресурси вичерпні, незамінні і мають обмежені можливості. Їх стихійне і нераціональне використання створює екологічні проблеми в районах інтенсивного туристського освоєння, як в економічно розвинених країнах, так і в тих, що розвиваються.

Негативні дії туризму на природне середовище, які нещодавно недооцінювалися, сьогодні стають об'єктом дедалі більш пильної уваги міжнародного співтовариства. Такі дії різноманітні і численні: забруднення природних об'єктів; споживання природних ресурсів; забудова земель; деградація природних ландшафтів; загроза для дикої природи і помешкань з витікаючою з цього втратою біорізноманіття, нарешті, порушення місцевих звичаїв і суспільних структур.

культуру народів, географію; шанувати місцевих мешканців; не купувати вироби виробників, які піддають небезпеці навколишнє середовище; завжди ходити тільки протоптаними стежками; підтримувати програми з захисту навколишнього середовища; де можливо, використовувати методи зберігання навколишнього середовища; підтримувати (патронувати) організації, що сприяють захисту природи; подорожувати з фірмами, що підтримують принципи екотуризму.

[102] Електронний ресурс. – Режим доступу : http://www.udau.edu.ua/media/elektronni-materiali/naukovi-statti/sonko-s.p/turizm-yak-galuz-vidrodzhennya-ukrayinskogo-sela.html

Разом із забрудненням гостро стоїть проблема зміни компонентів природного середовища, які найяскравіше виявляються в таких зонах відпочинку, як національні парки, заповідники і приміські зелені зони, де при масовій відвідуваності й особливо в умовах короткочасного відпочинку знищуються листя, гілки, хвоя, іншими словами, компоненти, що містять найважливіші живильні речовини. Порушується природний кругообіг живлення і процеси природного лісовідновлення, знищується підлісок і підросток, знижується біологічна активність ґрунтів і повнота насадження. В результаті освітлення під запоною насаджень починає активно розвиватися злаковий покрив, витісняючи лісовий трав'яний ярус. У ґрунтах в результаті ущільнення погіршується структура, знижується мікробіологічна активність (у 2–3 рази), інтенсивність виділення вуглекислого газу в одиницю часу і вміст елементів живлення.

Розширення інфраструктури гостинності в рекреаційних районах і будівництво об'єктів туристського призначення (величезних готельних комплексів; портів для спортивних судів, що вносять зміни не тільки в пляжний комплекс, але і в само море; спеціально обладнаних станцій для гірського туризму і тому подібне) також згубно впливають на природне середовище.

Сучасний туризм до певної міри завдає шкоду навколишньому середовищу через зміну природних умов, погіршення життєвих умов людей, та представників тваринного і рослинного світу. Дія туризму на навколишнє середовище може бути *прямою, непрямою і спонукальною, а також позитивною і негативною*.

Прямий вплив туризму викликаний безпосередньою присутністю туристської діяльності в навколишньому середовищі. До нього належить: винищування представників флори і фауни в процесі полювання, рибальства, знищення природних умов проживання шляхом включення територій в господарську діяльність і т. д.; втручання в природні процеси життєдіяльності рослин і тварин шляхом їх годування, розведення в штучно створених умовах, спостереження за ними, шумовою дією, руйнуванням гнізд, нір і т. д.; привнесення і розповсюдженн інфекцій, захворювань через продукти життєдіяльності людини (органічні харчові відходи і так далі), господарську діяльність (вирубка лісів, порушення ґрунтів і т. ін.).

Непрямий вплив пов'язаний з інфраструктурою туризму. До нього належить: зміна природного місця існування; глобальна антропогенна дія на компоненти географічного середовища (забруднення ґрунту і поверхневих вод, вирубка лісів і розвиток ерозії, глобальні зміни клімату, забруднення атмосфери і т. ін.).

Для запобігання негативного впливу туризму необхідне постійне проведення моніторингу територій для визначення їхньої рекреаційної

ємності, вирішення питань про квотування туристичного потоку і контролю за його дотриманням. Туризм потребує іншої, екологічно безпечної інфраструктури, застосування екологічно безпечних джерел енергії і будівельних матеріалів.

Таким чином, туризм взагалі, а екологічний – особливо, не може розвиватися без взаємодії з навколишнім середовищем, проте за допомогою правильної організації управління і чіткого планування можливо зменшити негативну і збільшити його позитивну дію[103].

Політика розвитку туризму з урахуванням його екологічної дії стає все більш необхідною, і WTO пропонує безліч різних програм з охорони довкілля. В даний час більшість країн Європи провели паспортизацію природних і історичних цінностей, що дозволило намітити шляхи розвитку туризму без збитку для національних багатств.

Останніми роками у низці країн прийняті серйозні заходи з охорони природи, створенню нових національних парків і заповідників; проводяться дослідження з метою визначити допустимі навантаження на природу. Зокрема, до здобутків екологічного туризму слід віднести посилення охорони лісів і їх відновлення у деяких європейських країнах, а також створення на Гавайських островах так званого «Райського парку», що налічує більше 1 000 видів тропічних птахів, заповідника на острові Саа-Нане на озері Вікторія і таке інше.

Висновок зі сказаного однозначний: між туризмом і навколишнім середовищем спостерігається чітка взаємозалежність. За хороший стан навколишнього середовища відповідає правильна організація туристичної діяльності. В той же час жодна галузь світової економіки не залежить такою мірою від чистоти води, пляжів, повітря і взагалі від ідеального стану природи, як туризм. Первозданна природа для одних забезпечує відповідну якість життя, а для інших є стимулом подорожей по світу, щоб побачити природні визначні пам'ятки.

Таким чином, індустрія туризму зможе успішно розвиватися лише при раціональному, стійкому використанні природних ресурсів і саме в цьому – *головна запорука високої екологічної толерантності туризму, як галузі діяльності*.

---

[103] Позитивна дія туризму полягає в охороні і реставрації історичних пам'ятників, створенні національних парків і заповідників, захисті берегів і рифів, збереженні лісів і таке інше. Проте в багатьох країнах, що розвиваються, не роблять ніяких кроків, щоб захистити і зберегти природу, що пов'язане з відсутністю необхідних фінансових коштів, а отримані від туризму доходи «перекачуються» в інші економічні сфери, що вважаються вигіднішими. При оцінці впливу туризму на природу важливо враховувати, що те, що добре з погляду туристів, може виявитися абсолютно неприйнятним для місцевих жителів. Наприклад, створення парків може викликати скорочення пасовищ для худоби і, як наслідок, привести до спаду виробництва харчових продуктів.

Сьогодні в Україні спостерігається тенденція до розвитку екологічного туризму, зростаючий попит на який приводить до створення нових природних територій, що особливо охороняються, насамперед заповідників, національних і природних парків. В даний час саме ці території є основними об'єктами екотуризму в Україні.

Таким чином, стан довкілля дуже сприяє розвиткові системи туризму, оскільки туристська галузь сильніше за решту всіх галузей економіки залежить від цілісності навколишнього середовища. Проте, *негативний вплив туризму на природні ландшафти* потребує спеціальної оцінки, яка здійснюється за спеціальною методикою. Польові ландшафтно-екологічні дослідження рекреаційного навантаження на ключових ділянках проводять на основі детальної ландшафтної карти (бажано масштабу 1:25 000) і даних геоботанічних обстежень. Ландшафтно-екологічний підхід дає змогу оцінити стан ПТК (природних територіальних комплексів) загалом і його окремих компонентів та елементів[104].

Стан урочища оцінюється за окремими ознаками впливу, які разом характеризують рівень рекреаційного навантаження. Як головні індикатори рекреаційного впливу доцільно використовувати такі:

- густота, ширина та глибина врізу стежок;
- відсоток витоптаного мохово-трав'яного покриву;
- кількість і розподіл сміття, його види;
- кількість слідів від вогнищ;
- відсоток проективного покриття синантропної рослинності.

Якщо всі індикатори наявні разом, то це означає високий рівень впливу. Існує проблема кількісної та якісної оцінки. Оптимальним варіантом можна вважати порівняння порушеної ділянки з контрольною геосистемою, яка не зазнає рекреаційного тиску.

Під час польових досліджень виділяються стежки трьох категорій – від ледь помітної вузької (ширина 20–30 см) до заглибленої нижче поверхні ґрунту широкої (ширина понад 40–60 см, глибина врізу 5 см і більше). За умов сильно пересіченого рельєфу ширина стежки і глибина врізу мають однаково важливе значення для моніторингу впливу та планування заходів з підтримки стежок.

Сліди від вогнищ відображають місця більш-менш тривалого перебування відвідувачів, вони існують п'ять-сім років, їх легко виявити. Витоптаність мохово-трав'яного покриву легко оцінити візуально (у від-

[104] Наприклад, на окремих ділянках зони регульованої рекреації з низьким рівнем використання достатньо контролювати стан популяції виду, який перебуває під загрозою зникнення, тоді як у популярних зонах відпочинку треба оцінювати стан ПТК загалом (не допускаючи деградації і втрати захисних функцій). Також зрозуміло, що однакова кількість відвідувачів може створювати низьке або високе навантаження на ділянки з різною природоохоронною цінністю.

сотках). Для врахування природного проективного покриття найкращим є метод порівняння з контрольною ділянкою, яка не зазнає впливу.

Складніше оцінити засміченість території. Зокрема, один-два фрагменти сміття в полі зору не заважають більшості відвідувачів, в іншому випадку відпочивальники починають шукати чистіше місце. Але в гірських умовах (наприклад, у Карпатах чи Криму) це означає пошкодження всіх прилеглих ПТК на слабкоспадистих схилах і вирівняних поверхнях з легко-прохідною рослинністю. Наявність і проективне покриття рудеральних та синантропних видів рослин також є важливою діагностичною ознакою. Цей індикатор може бути головним під час дослідження стійких до витоптування лучних комплексів.

Простежуються деякі закономірності в розподілі по території об'єктів ПЗФ місць відпочинку і наметних стоянок як популярних, так і тих, що стихійно формуються. Часто виявляють приуроченість їх до меж геосистем (рангу місцевості та урочища):

- на берегах водойм (річок, потоків, озер). Використовують ділянки піщано-галечникової заплави, нижніх терас, рівних берегів. Скупчення рекреантів можна спостерігати біля водоспадів, перекатів, відслонень;

- геосистеми з контрастним рельєфом і/або рослинністю. Біля крутих перегинів схилів, уступів терас, над урвищами і відслоненнями, на краю галявини або луки над глибоким залісненим яром. Зазвичай, це підвищені місця з хорошим оглядом;

- вирівняні поверхні хребтів, вершин, слабкоопуклі підвищені урочища з різноманітною рослинністю (лучна, рідколісся) і хорошим оглядом;

- узлісся і рідколісся на схилах південних експозицій, ялівцево-березові, вересові й орлякові березові ліси, переважно з доброю видимістю.

Найчастіше в умовах природних ландшафтів об'єктів ПЗФ парків чітко виявлена тенденція приуроченості найпопулярніших місць відпочинку до меж контрастних геосистем. Оскільки рекреаційна діяльність нерідко суперечить природоохоронній функції цих об'єктів, то вона не може розвиватися стихійно. Ландшафтно-екологічний підхід до організації території і системи моніторингу потребує карт генетико-морфологічної і біоцентрично-мережної структур. Сучасний стан ПТК зручно оцінювати за допомогою індикаторів рекреаційного впливу. Однією з найскладніших проблем є вивчення реакції геосистем різних видів на лінійні рекреаційні навантаження.

Отже, на території об'єктів ПЗФ перед створенням зон відпочинку необхідно провести інвентаризацію флори і фауни на запропонованих ділянках. За умови позитивного висновку ботаніків і зоологів можна облаштувати місця для відпочинку відвідувачів. Для цього необхідно

створення карт біоцентрично-мережної ландшафтно-територіальної структури, виділити біоцентри, біокоридори, інтерактивні елементи та бар'єри для поширення видів. Такі дослідження допоможуть менеджерам розділити в часі й просторі відвідувачів і види, що потребують охорони. Також необхідно нанести на ландшафтну карту розподіл рекреаційного навантаження з виділенням урочищ, які потребують постійного моніторингу.

2.2.2. Лісове господарство як провідна екологічно толерантна галузь

Загальна характеристика лісів України. За площами лісів і запасами деревини Україна належить до малолісових районів Європи (у середньому на душу населення припадає 0,17 га лісів і 16,4 м запасу деревини). Природні та штучні ліси її, включаючи і лісосмуги, займають лише 15 % території, що втричі менше, ніж було на початку нової ери. Завдяки сприятливому клімату і досить багатим ґрунтам продуктивність лісів загалом висока. Середній приріст на 1 га лісу становить 4,22 $м^3$, а середній запас деревостанів, – 153 м/га. Майже 79 % лісів має високу продуктивність і повноту. Загальний запас деревини оцінюється в 1 млрд $м^3$. Вікова структура лісів України: стиглі та перестійні (віком 81–120 років) – 0,5 млн га (6 %), пристигаючі – 0,8 млн га (10 %), середнього віку – 3,2 млн га (38 %), молодняки (до 20 років) – 3,9 млн га (46 %). Як бачимо переважають молодняки та середньовікові ліси, значно менше пристиглих та стиглих і перестійних лісів.

Ліси України належать до I та II груп та 23 категорії захисності. Ліси I групи (55 % території) виконують природоохоронну функцію. До них належать зелені зони навколо міст і промислових центрів, водозахисні смуги вздовж річок, навколо озер та інших водойм, полезахисні та ґрунтозахисні лісові смуги, курортні ліси, заповідні ліси, захисні смуги вздовж залізниць та доріг. Найбільші площі лісів першої групи зосереджено в Лісостепу, Карпатах та Гірському Криму.

А ліси II групи (44,2 %) є експлуатаційними. Це здебільшого експлуатаційні ліси, що зосереджені в Поліссі, Лісостепу і Карпатах.

Загалом лісовий фонд України складають: ліси I групи (48,1 %) – водоохоронні (4,4 %), рекреаційні (24,4 %), ґрунтоохоронні (16,5 %), інші (2,8 %); ліси II групи (51,9 %) – експлуатаційні (42,1 %), інші (9,8 %).

Принциповою відміною лісового господарства в лісах першої групи порівняно з другою є те, що користування деревиною в них відступає на другий план і рубки головного користування тут значно обмежені. Комплекс лісогосподарських заходів цих лісах спрямований на посилення захисних, водоохоронних, бальнеологічних, рекреаційних та інших функцій. Зростають вони в надзвичайно різних географічних і екологічних умовах: Гірському Криму і Карпатах та трьох рівнинних зонах України, тому відзначаються

багатою різноманітністю і мають суттєве ресурсне, економічне, екологічне та соціальне значення. Вони є одним з основних обов'язкових складових сталого розвитку держави і комфортності умов існування її населення.

Передумовою забезпечення екологічної толерантності і підтримки гомеостатичних відносин в лісових екосистемах є доволі високе біорізноманіття лісів. В Україні у формуванні лісів бере участь понад 30 видів деревних порід. За площею, яку посідає, на першому місці знаходиться сосна звичайна (*Pinus sylvestris L.*), що домінує в соснових та дубово-соснових лісах. Друге місце посідає дуб звичайний (*Quercus robur L.*), далі йдуть ялина європейська або смерека (*Picea abies (L.) Karst.*), бук європейський (*Faqus sylvatica L.*), береза повисла (*Betula pendula Roth*), вільха клейка (*Alnus glutinosa (L.) Gaertn.*), граб звичайний (*Carpinus betulus L.*) та інші породи, зокрема ясен звичайний (*Fraxinus excelsior L.*), ялиця біла (*Abies alba Mill.*) тощо. Як видно зі складу порід, абсолютну перевагу мають високоцінні види. За групами порід вони поділяються на хвойні – 47,4 % (сосна, ялина тощо), широколистяні – 41,9 % (дуб, бук, ясен тощо), дрібнолистяні – 10,2 % (береза, тополя, верба тощо), чагарники – 0,5 %.

В лісах зростає 852 облігатні та 222 факультативних види, що становить відповідно 18,8 і 4,9 % від природної флори України. Якщо брати до уваги лише перший показник, то йому за кількістю видів дорівнюють тільки степи і втричі поступаються луки та болота, а також водна й прибережно-водна флора. Пояснюється це, як вже зазначалося, широкою палітрою екотопів, що займають ліси: від перезволожених під вільховими та обводнених під біловербовими до мезоксерофітних під сосновими, від мегатрофних під дубовими до оліготрофних під сосновими і від кам'янистих з тонким шаром бурозему під кримськососновими до глибоких темно-сірих або чорноземних опідзолених під дубовими. Тому в умовах обводнення в заплавних із проточним режимом біловербових лісах звичайними видами, що домінують, є типові гідрофіти: *Phragmites australis (Cav.) Trin ex Steud*; у заболочених вільхових – *Thelypteris palustris Schott, Naumburgia thyrsiflora (L.) Reichenb*.; у звичайнодубових – *Molinia coerulea (L.) Moench*; у сухих звичайнососнових зростають *Poa angustifolia L., Festuca beckeri (Hack.) Trautv*., *Carex colchica J. Gay, Helictotrichon pubescens (Huds.) Pilg., Koeleria glauca (Spreng.) OC, Stipa subulosa (Parz.) Sljussarenko, Veronica spicata L., Phleum phleoides (L.) Karst., Potentilla arenaria Borkh.* тощо, а в сухих соснових та ялицевих Криму – *Filipendula vulgaris Moench., Brachypodium pinnatum (L.) Beauv., Achnatherum bromoides (L.) Nevski & Roshev., Festuca rupicola Heuff, Teucrium chamaedrys L., Carex humilis Leys*. та ін., типово ксерофітні види лучних степів.

Облігатні види належать до п'яти відділів: *Lycopodiophyta* – 2 родини, 3 роди, 7 видів; *Equisetophyta* – 1 родина, 1 рід, 3 види; *Polypodyophyta* –

11 родин, 17 родів, 27 видів; *Pinophyta* – 3 родини, 6 родів, 14 видів; *Magnoliophyta* – 75 родин, 298 родів, 801 вид. Десять провідних родин, а саме *Rosaceae* (90 видів), *Asteraceae* (79 видів), *Poaceae* (62 види), *Cyperaceae* (46 видів), *Fabaceae* (45 видів), *Ranunculaceae* (40 видів), *Orchidaceae* (33 види), *Apiaceae і Lamiaceae* (по 30 видів) та *Liliaceae* (29 видів) налічують 484 види, що становить 56,9 %, а три перші – 27,1 % всіх видів. Наведений систематичний спектр родин вагомо відрізняється від відповідного спектру флори України, в якому перше місце займає родина *Asteraceae*, далі йдуть *Poaceae і Fabaceae*, лише на четвертому місці – *Rosaceae*.

Політипічними родинами, що налічують 10 і більше родів, види яких зростають в лісах, є *Scrophulariaceae, Asteraceae, Rosaceae, Fabaceae, Poaceae, Ranunculaceae, Orchidaceae, Apiaceae, Liliaceae*.

Певний інтерес становить і огляд найбагатших на види політипічних родів, що вказує на більш широку спеціалізацію їх в лісових умовах. Це *Carex* (43 види), *Crataegus* (22 види), *Rosa* (21 вид), *Viola* (13 видів), *Lathyrus* (12 видів), *Veronica, Campanula, Poa, Rubus, Festuca* (по 11 видів) та *Centaurea* (10 видів). Повністю «лісових» родин – звичайно, за винятком тих, що об'єднують виключно дерева, – немає. Можна лише говорити про більшу чи меншу пов'язаність лісових видів із певною родиною, наприклад *Aspidiaceae*. Лише «лісових» родів серед 10 провідних немає. З нечисленних за кількістю видів типово лісовими родами є *Arum, Polygonatum, Dentaria* тощо. Цікаво, що останній рід належить до великої родини Brassicaceae, що налічує 65 родів і серед найбільших за кількістю видів родин відзначається найгіршою представленістю лісових видів. Практично не представлені лісові види в таких великих родинах, як *Polygonaceae* та *Chenopodiaceae*.

Представленість геоелементів у флорі лісів обумовлюється геохоричним положенням України, – на її території проходять межі чотирьох природних областей і розташовані дві гірські країни з висотною поясністю рослинності. Це дає підставу вже апріорі стверджувати, що в лісах майже однакову роль відіграватимуть бореальні та неморальні види. І дійсно, перших видів є 325, або 38 %. Своїм походженням вони зобов'язані горам Сибіру (*Pinus sylvestris, Picea abies, Betula varucosa, Populus tremula, Sorbus aucuparia, Frangula alnus, Oxalis acetosella, Pteridium aquilinum* та ін.), а неморальних – 376 видів, або 44 %. Це деривати тургайських лісів третинного періоду, що складаються з видів двох еколого-генетичних груп, а саме типово неморальних, які сформувалися в північніших районах і налічують 268 видів, і присередземноморських, що зростають в південніших районах і налічують 108 видів. До типово неморальних переважно належать широкоареальні види (*Tilia cordata, Fraxinus exelsior, Quercus robur, Q. platanoides, Coryllus avellana, Aegopodium podagraria,*

Convallaria majalis, Asperulla odorata, Carex pilosa, Stellaria holostea тощо) з незначною участю центральноєвропейських (*Carpinus betulus, Fagus sytvatica, Acer pseudoplatanus, Isopyrun thalictroides, Aposeris foetida, Polygonatum verticillatum* тощо), до присередземноморських – види з обмеженим ареалом, що звичайно не переходять Донецьку височину і північну смугу Лісостепу. Це *Quercus pubescens, Cornus mas, Fraxinus angustifola, Viburnum lantana, Staphyllea pinnata, Cotinus coggygria, Algonychon purpureo-caeruleum, Polygonatum latifolium, Laser trilobum* тощо. Кількісно видам розглянутих геоелементів значно поступаються усі інші. Гірські, що налічують 76 видів, або 9 %, і зростають у лісах верхнього лісового поясу Карпат (*Poa chaixii, Centaurea kotschyana, Hieracium bupleurifolium, Euphorbia carniolica, Tozzia carpatica* тощо), для Гірського Криму, за винятком кількох видів, нехарактерні. Лучностепові види зростають переважно в південних світлих дубових лісах, яким вони притаманні генетично, їх 52, зокрема *Caragana frutex, Anthericum ramosum, Poa angustifolia, Melica taurica, Agrostis vinealis, Carex humilis, Prunella grandiflora* та ін. Найменш численну групу з 23 видів становлять середземноморські, в тому числі і вічнозелені, що зростають у нижньому лісовому поясі (*Arbutus andrachne, Juniperus exscelsa, Ruscus ponticus, R. hypoglossum, Cistus tauricus, Jasminum fruticans, Psoralea bituminosa, Himantaglossum caprinum, Ophrys taurica, Comperia comperiana, Tamus communis* тощо). Ендеми є характернішими для гірських, а не для рівнинних лісів. Найширше вони представлені в кримських хвойних лісах, де мають переважно третинний вік. Це як середземноморські (*Pinus stankewiczii, Cistus tauricus* тощо), так і неморальні (*Tilia dasystyla, Cyclamen kuznetzovii, Nectaroscordum meliophilum, Crataegus pojarkovae, Paeonia daurica, Rubus crimaeus* тощо) ендеми. Бореальних ендемів лише кілька видів (*Adenophora taurica, Chamaecytisus wulffii, Heracleum pubescent, Pulsatilla taurica* та ін.). Помітно менше їх в лісах Карпат та Лісостепу, де вони мають четвертинний вік (*Syringia josikaea, Larix polonika, Spiraea media, Chamaecytisus paczoskii* тощо). Ще менше їх у соснових лісах Полісся та борових терас річок, яким властивий найбільш молодий плейстоценовий псамофітний ендемізм (*Iris pineticola, Betula borysthenica* та ін.). У цілому ліси за кількістю ендемів значно поступаються степам.

Порівняно з ендемами, реліктів у лісах більше в кілька разів. Вони трапляються в гірських і рівнинних лісах і мають різний вік – від третинного в Криму, Карпатах, на Донецькій височині до найбільш молодого раннього голоценового на Поліссі. В Криму це середземноморські та неморальні релікти, такі як *Ruscus hypoglossum, Arbutus andrachne, Juniperus excelsa, J. foetidissima, Pistacia mutica, Arum albispaithum,*

A. orientale, Comperia comperana, Cardamine graeca та багато інших. У Карпатах порівняно з Кримом їх помітно менше. Це давні неморальні і більш молоді бореальні релікти – *Taxus baccata, Lunaria rediviva, Phyllitis scolopendrium, Matteucia struthiopteris, Pinus cembra, Linnaea borealis* та ін. В рівнинних лісах одним із найдавніших неморальних реліктів є Euonytis nana, який найбільш вірогідно має третинний вік. Молодшими є такі релікти: *Staphylea pinnata, Cotinus coggygria, Cypripedium calceolus, Allium ursinum, Dictamnus gymnostylis, D. albus, Carex brevicolis, Coronilla elegans, Stellaria* nemorum та ін. З бореальних реліктів відмічені Daphne cneorum, Thalictrum uncinatum та ін.

Про різноманітність і цінність лісів свідчить і значна участь рідкісних видів, занесених до Червоної книги України. З 541 червонокнижних видів рослин в лісах зростає 128 видів. Головними антропогенними факторами їх рідкісності є суцільні рубки, зривання на продаж, випасання худоби, рекреація, заготівля лікарської та харчової сировини і, крім того, регіональні зміни екологічних умов (осушення, забруднення, підтоплення, розорювання тощо). Найбільша кількість рідкісних видів зосереджена в Криму та в Карпатах (відповідно 87 та 85 видів), трохи менше їх в лісостепу (71), значно менше на Поліссі (35) і ще в степу (10). Рідкісних видів для лісів всієї України лише 4. Ценотична різноманітність лісів складав 1279 асоціацій. Найбільшими за кількістю асоціацій є *Querceta roboris* (233), *Fageta sylvaticae* (169), *Pineta sylvestris* (117), а найменшими – *Betuleta borysthenicae* (5).

За різноманітністю екологічних умов провідне місце належить звичайно дубовим лісам, що зростають на середньопідзолистих глинисто-піщаних, супіщаних та суглинкових різною мірою оглеєних слабо – та сильнокислих ґрунтах Полісся, всіх типах сірих лісових ґрунтів лісостепу, опідзолених та вилугованих чорноземах лісостепу і степу та алювіальних ґрунтах заплав. За умовами зволоження це екотопи від дуже сухих до сирих, а за вмістом гумусу – від бідних (1,8 %) до мегатрофних (7 %). Букові ліси пов'язані з більшістю відмін бурих лісових свіжих і вологих кислих та слабокислих ґрунтів Карпат, а також зі світлосірими лісовими свіжими та вологими слабокислими ґрунтами Подільської височини. На буроземних, дерново-буроземних та буроземних оторфованих різною мірою оглеєних ґрунтах зростають і ялинові ліси Карпат. В умовах нестачі дерново-підзолистих піщаних ґрунтів зростають соснові ліси Полісся, а перезволожених – вільхові ліси, що займають мулуватоболотні, торфово-болотні ґрунти та низинні торфовища. В крайніх сухих, але багатих екотопах коричневих гірських ґрунтів формуються пухнастодубові ліси Криму, а на лужних бурих ґрунтах – кримськососновні.

Внаслідок глобальних екологічних змін планетарного масштабу особливої гостроти набуває оцінка стану, інвентаризація, моніторинг, збереження та невиснажливе (збалансоване чи стале) використання лісів. Потрібно забезпечити збереження та відновлення біорізноманітності лісів на генетичному, видовому, ценотичному, екосистемному і ландшафтному рівнях, а також підтримку і посилення захисних функцій лісів та їх ролі в кругообігу речовин.

Найбільш дієвими заходами зі збереження природних територій в недоторканому або мало зміненому вигляді є їхнє заповідання, тобто створення на цих найцінніших з природоохоронної точки зору територіях заповідних об'єктів різної категорії захисту. На сьогодні на землях лісового фонду створені і функціонують більше 2800 територій та об'єктів усіх категорій з різним режимом охорони – від повного невтручання людини (заповідники) до певних обмежень господарської діяльності. Загальна площа заповідних лісових територій складає більше 845 тис. га, що становить майже 10 % усіх лісів.

Природоохоронне законодавство передбачає обмежене використання територій та об’єктів ПЗФ у рекреаційних просвітницьких і культурних цілях. Рекреаційне використання природних ресурсів територій ПЗФ потребує певних регулятивних заходів. Регулювання рекреаційного навантаження – це один із методів збереження, раціонального використання і відтворення природних комплексів, ландшафту, стану рослинного і тваринного світу, культурної та естетичної цінності об'єктів і територій ПЗФ.

Структура лісового фонду України, навіть попри недостатню лісистість, у поєднанні із 6450 функціонуючими об'єктами природно-заповідного фонду площею 1664,9 тис. га та зарезервованими для подальшого заповідання 300 тис. га лісових природних комплексів є хорошим підґрунтям для збереження видової та ценотичної різноманітності у лісових екосистемах. Науковою основою збереження ценотичної різноманітності лісів є созологічна оцінка їх ценофонду, синфітосозологічна класифікація, визначення режимів охорони і природокористування.

Наприкінці минулого століття зросла увага до оцінки функціональної ролі лісів, зелених насаджень планети, у першу чергу із біосферних позицій. Це пов’язано з проблемою викидів в атмосферу великої кількості парникових газів (вуглекислий газ, метан та ін.). Вплив лісів на глобальний клімат проявляється, перш за все, через головну екосферну функцію лісової рослинності – через активну участь її у вуглекисло-кисневому кругообігу біосфери. Відомо, що стабільність клімату у планетарному масштабі визначається стійкістю складу атмосфери, головним чином наявністю в ній CO_2, що склалося еволюційно. Наслідком порушення цієї стабільності може стати порушення головної складової природного середо-

вища – потоків вуглецю. Збереження і відновлення лісів є одним зі способів зв'язування (депонування) атмосферного вуглецю, що дозволить хоча б частково збалансувати потужні викиди вуглекислого газу до атмосфери при спалюванні викопного палива.

Програму щодо збереження багатогранної ролі і різноманітних функцій усіх видів лісів планети, а також відповідні принципи ведення лісового господарства визначено на конференції в Ріо у «Принципах лісівництва». Базуючись на них, концепцію сталого розвитку лісової галузі можна сформулювати як *управління лісами та використання лісових угідь такими способами і з такою інтенсивністю, при яких забезпечувалися б формування та функціонування механізму підтримання стабільного розвитку екосистем лісу та ландшафту в цілому, їхнього біорізноманіття, продуктивності, здатності до відновлення, життєздатності та спроможності виконання ними як нині, так і в майбутньому екологічних, економічних, соціальних та інших функцій на місцевому, національному і глобальному рівнях*.

Роль лісів у підтриманні стабільності біосфери сьогодні є загальновизнаною. Тільки лісам, серед інших природних комплексів, притаманна максимальна властивість відновлення довкілля, вони розглядаються як один із вирішальних чинників забезпечення життєдіяльності суспільства і як важлива ланка у системі сталого розвитку.

У 1992 році на Міжнародній конференції ООН у Ріо-де-Жанейро проголошено концепцію сталого розвитку господарства. Основні її положення стосовно лісового господарства відображені в документах «Порядок денний на XXI століття», «Принципи лісівництва» у Програмі боротьби зі знелісенням. Юридично вони є актами «м'якого» міжнародного права і мають рекомендаційний характер. У них було проголошено наступне:

– усі країни беруть участь в озелененні Землі шляхом створення нових і збереження існуючих лісів, мають право використовувати ліси для свого соціально-економічного розвитку на основі національної лісової політики, що відповідає принципам сталого розвитку, та створювати стійкі структури виробництва і споживання, що забезпечують екологічно безпечне використання лісів;

– використання лісів має бути спрямовано на задоволення соціальних, економічних, екологічних, культурних і духовних потреб сучасного та майбутнього поколінь;

– національні програми розвитку лісового господарства повинні забезпечувати захист унікальних лісів, що мають культурну й історичну цінність; забезпечити планування екологічно безпечних технологій ведення лісового господарства; вимагатия контролю за забрудненнями, що завдають шкоди лісам, тощо.

Тобто поряд із проблемами виробництва деревини, що розглядалися в контексті розвитку сільських районів, зайнятості населення, розвитку ринків і торгівлі деревиною, важливого значення було надано проблемам збереження біорізноманіття, кругообігу вуглецю, стану лісів, рослинного покриву та землекористування.

Стратегію Європейського Союзу у галузі лісового господарства ухвалено у 1998 році. Вона проголосила боротьбу з ерозією, знелісенням, пожежами та деградацією біорізноманіття, необхідність фінансової підтримки розвитку сталого лісового господарства, впровадження дієвих стимулів, спрямованих на розвиток агролісівництва.

Сучасні погляди на роль лісів не лише як на джерело деревини та лісової продукції, але й як на найвагоміший захисний та природоохоронний чинник, найменш антропогенно змінений природний комплекс, який здатний накопичувати велику кількість вуглецю, зменшуючи цим самим парниковий ефект, потребують удосконалення існуючих та розробки нових стратегічних підходів щодо організації та ведення лісового господарства.

Цієї мети можна досягти лише за умови дотримання в лісовому господарстві міжнародних пріоритетів в управлінні: системного, міжсекторально узгодженого підходу; еколого-економічних методів господарювання; застосування ринкових механізмів стимулювання прогресивних дій; моделювання й прогнозування наслідків діяльності; використання нових інформаційних технологій; прозорості прийняття рішень з урахуванням інтересів усіх природокористувачів; належного ресурсного та інституційного забезпечення діяльності. Це має забезпечити ціннісно збалансоване і невиснажливе використання земельних ресурсів, оптимізацію лісистості території, захист уразливих екосистем, збереження та відновлення біорізноманіття, забезпечення сталого розвитку певних природно-територіальних таксонів.

Екологізація лісового господарства повинна проходити в таких основних напрямах:

- вивчення екологічних наслідків лісокористування;

– оцінка можливостей і перспективи розвитку та впровадження екологічно безпечних техніки і технологій для проведення лісогосподарських операцій, що відповідає екологічним нормам в Україні;

– підготовка пропозицій з удосконалення природоохоронної частини чинних Правил вирубки;

– забезпечення застосування екологічно обґрунтованих лісових операцій та створення експертної системи для вибору відповідних машин і технологій для окремих типів лісу.

Національні принципи повинні базуватися на принципах екологічної політики, загальновизнаних наукових міжнародних принципах, врахову-

вати стратегічні плани розвитку сталого управління лісами Європи. Зміст цих принципів такий:

- сприяння збереженню біологічного та генетичного різноманіття, зростанню комплексної продуктивності лісів та їх раціональне використання;

- ведення лісового господарства із застосуванням нових екологозберігаючих технологій;

- довготермінове спрямування ведення лісового господарства;

- забезпечення соціальних, екологічних, культурних та духовних потреб теперішніх і майбутніх поколінь:

- багатоцільове використання лісових ресурсів;

- сприяння захисту унікальних лісів, зокрема таких, що мають культурну, духовну, історичну та релігійну цінність;

– проведення лісовими інституціями просвітницької роботи щодо глобального значення лісів;

– забезпечення висококваліфікованими працівниками лісової галузі та сприяння розвитку лісівничої освіти;

– раціональне розміщення лісового господарства України;

– проведення регіональної економіки з урахуванням еколого-економічних особливостей відповідного регіону, спираючись на науково обґрунтовані дослідження та висновки;

– проведення моніторингу лісів на різних рівнях;

– збільшення площі лісів охоронного призначення;

– сприяння підвищенню лісистості України та природоошаддивого ведення лісового господарства;

– високоякісне виготовлення лісової продукції;

– сприяння розвитку національного виробництва, здійснення міжнародної торгівлі тільки продукцією переробки:

– сприяння розвитку рекреаційної інфраструктури;

– сприяння відновленню лісових екосистем забруднених радіонуклідами:

– розбудова національної лісової політики на основі міжнародної;

– збереження заповідного фонду України;

– залучення громадськості (жителів лісових територій, окремих підприємств, урядових та неурядових організацій) до створення довгострокових планів ведення лісового господарства;

– підвищення культури ведення лісового господарства;

– вільний доступ громадян України до національних лісів.

Роль лісового господарства у забезпеченні природного біорізноманіття. Господарська діяльність людини впливає на природне середовище, окремі ландшафтоутворюючі фактори, насамперед біогенні, зокрема на рослинний покрив і тваринний світ. Біогенні фактори впливають на

гідрологічний режим і місцевий клімат, що призводить до змін ґрунтового покриву. В. І. Вернадський (1960) зазначав, що біогенні фактори, особливо рослинний покрив, відіграють дуже важливу роль в усіх процесах, що відбуваються в ландшафтах.

Екологічна рівновага в наших географічних широтах існувала приблизно до 900 р., коли вся Центральна Європа, в тому числі Україна, за винятком Степової зони, майже повністю була вкрита лісами. Рубка лісу наприкінці першого тисячоліття ще не досягла великих розмірів і тому не мала істотного впливу на природне середовище. Але вже в XVI ст. внаслідок безконтрольної вирубки почала відчуватися нестача деревини; розвивалась промисловість, яка споживала в той час величезну кількість лісоматеріалів. Надмірні вирубки тривали до кінця XIX ст. Це призвело до глибокого порушення біологічної рівноваги і негативно відбилося на природній флорі та фауні. Внаслідок цього помітно знизилась кількість атмосферних опадів, зменшилась вологість ґрунтів, погіршився вітровий режим, що негативно відбилось на мезо- і мікрокліматі, обумовило його посушливість. Особливо негативними наслідки зведення лісів були в гірських умовах, де зріджена деревно-чагарникова рослинність уже не змогла виконувати захисної ролі. Систематичне знищення лісів, яке супроводжується зміною природних біотопів Європи, в низці районів призвело до порушення природної рівноваги. Поряд із руйнуванням природного середовища, знищенням багатьох видів рослин і тварин відбувалось збіднення породного складу лісостанів. Замість цінних природних мішаних лісів створювалися біологічно нестійкі чисті насадження, які часто пошкоджувалися комахами і хворобами. Це ще раз демонструє, яке велике значення мають ліси для збереження екологічної рівноваги, що формувалась протягом тисячоліть.

Завдяки екологічним, фізичним і біологічним властивостям ліси виконують важливу природотворчу функцію, яка є наслідком-загальновідомого трансформуючого впливу деревного покриву і нижніх ярусів лісового біоценозу на хід, інтенсивність і напрямок усіх геофізичних та геохімічних процесів, що відбуваються в біосфері на ділянках, зайнятих лісом. Ліси як біологічні системи краще багатьох інших типів біоценозів суші вбирають і перетворюють сонячну енергію, створюють первинну біологічну продукцію, нагромаджують і поновлюють запаси біомаси, прискорюють кругообіг речовин та енергії в біосфері, послаблюють інтенсивність денудаційних явищ.

Впродовж останніх двох десятиліть ліси набули важливого значення як основний природний фактор збереження навколишнього середовища і природних комплексів. Зросло екологічне і соціально-культурне значення лісів. За нових умов суть лісової політики полягає в досягненні комп-

лексного використання і розширеного відтворення лісових ресурсів з урахуванням збереження і посилення ектопічних, водоохоронних, ґрунтозахисних, кліматоутворюючих та інших корисних природних функцій лісу, які тісно переплітаються з інтересами промисловості і сільськогосподарського виробництва.

Природоохоронні властивості лісів та їх позитивний вплив у збереженні навколишнього середовища вимагають дальшого всебічного вивчення. Так, в останні роки в екології лісу почали піддавати сумніву екологічний ефект традиційного, «сталого» лісівництва, спрямованого на мінімізацію смертності та гниття в експлуатаційних лісах («керованих» деревостанах). Це пов'язано з новим поглядом на структурну складність старих, нерегульованих лісів та екологічне значення лісової структури. Застосування суцільної системи вирубки в окремих типах лісу пояснювалося частим виникненням катастрофічних пожеж, ураганів або навал шкідників у цих лісах. Аналогічно обґрунтування лісокористування за допомогою вибіркової системи рубки було побудовано на основі динаміки вікон між кронами (проміжків, які дорівнюють діаметру одного дерева) у верхньому деревному ярусі, що спостерігається в деяких стиглих, непорушених лісах. Однак дехто з вчених дійшов висновку, що пожежа/вітровали мали відмінний від суцільної вирубки характер, і динаміка етапу прогалин істотно відрізнялася від вибіркової системи рубки в екологічно важливому плані. Відмінності між природними порушеннями і їх лісоексплуатаційними аналогами полягали в *біологічній спадковості*, яка залишалася після різноманітних подій. Навіть найбільш серйозні порушення не можуть видалити всю лісову біомасу. Живі дерева, сухостій і пригнічені дерева часто залишаються після катастрофічних порушень, таких як пожежі, урагани, торнадо і навіть виверження вулканів. Однак в лісових насадженнях, які були призначені до вибіркової або суцільної систем рубки, основна більшість мертвого лісоматеріалу видаляється з лісу, тому сухостійні мертві дерева і гниючі колоди не накопичуються в таких експлуатаційних (керованих) лісах. Таким чином, ліси, в яких господарство ведеться за принципами толерантного лісокористування, мають менш складну структуру, ніж некеровані ліси (Табл.1).

Дослідження біологічної спадковості показали, що якщо структури (великі, старі дерева, колоди і пні) не зберігаються в керованих лісах, то будь-які організми, які залежать від цих структур, можуть бути локально винищені. Таким чином, виникали питання з приводу того, чи справді заходи з підтримання здорових дерев, які добре ростуть, ліквідовували лісові угруповання і харчові ланцюги шляхом обмеження доступності середовища існування для деяких організмів. Дійсно, з'ясувалось, що

структури лісового середовища існування відіграють вирішальну роль у збереженні лісового біорізноманіття, оскільки вони:

- забезпечують неоднорідне середовище існування для різних організмів;
- допомагають підтримувати складні трофічні системи.

Таблиця 1

Порівняння структурних особливостей середовища існування між лісостанами, які зростали до перестійного віку без втручання лісівника, із показниками лісостанів, які були пройдені вибірковою рубкою

	Старовіковий ліс	**Ліс вибіркової рубки**
Щільність пнів (шт. на 1 га >10 см в діаметрі)	60	43
Площа основ пнів ($м^2$ на 1 га)	8,6[a]	1,2[b]
Обсяг колод ($м^3$ на 1 га)	137[a]	69[b]
Щільність великих живих дерев (шт. на 1 га > 50 см в діаметрі на рівні грудей)	55[a]	5[b]

Отже, біологічна спадковість забезпечує структурну неоднорідність середовища існування, оскільки всі види мають унікальні риси, від яких залежить їхнє виживання і репродуктивний успіх. Наприклад, судинні і безсудинні рослини мають різні потреби у світлі, волозі і поживних речовинах. Різні тварини мають різні раціони харчування. Тварини, які мають схожі раціони харчування, відрізняються тим, як, де і коли вони шукають їжу. Різні види грибів мають унікальні ферменти для перетравлення різних видів рослинних і тваринних тканин. Ця величезна різноманітність в особливостях життєвого циклу дозволяє певним видам співіснувати в одному угрупованні, оскільки в них немає необхідності конкурувати за ті самі ресурси. Однак це співіснування є можливим тільки в тому разі, якщо навколишнє середовище є неоднорідним, тобто існують різні фізичні та хімічні умови, які можуть використовувати різні види. Багато джерел фізичної неоднорідності знаходяться в лісах, зокрема неоднорідність середовища існування створюється старими, згасаючими (живими, але гнилими) і мертвими деревами, пнями і колодами. Ці структурні частини забезпечують фізичний субстрат, на якому живуть або проводять частину свого життєвого циклу багато різних організмів.

Гнилі дерева як середовище існування. Дерева взагалі забезпечують місця для гніздування і порожнини для зимування птахів і ссавців, але тільки після того, як вони були інфіковані і частково згнили під впливом грибів. Численні типові лісові види хребетних тварин використовують живі дерева для гніздування, зимування, як сідала (засідки для полювання) і для добування корму. Крім того, дикі види поділяють середовище існу-

вання на гніздовому дереві за розміром. Наприклад, у північних твердолистяних лісах деякі ссавці, такі як індійська ночниця (*Myotis sodalis*), північна білка-летяга (*Glacomys sabrinus*), куниця-рибалка (*Martes pennanti*) і куниці (*Martes americana*) потребують живих, дуплястих дерев з діаметром стовбура на рівні грудей > 60 см. Аналогічно, деякі птахи, такі як жовна чубата (*Dryocopus pileatus*) і дятел червоноголовий (*Melanerpes erythrocephalus*), а також сова смугаста (*Strix varia*), як правило, використовують тільки дуплясті дерева з діаметром > 45 см.

Живі дерева є середовищем існування для різноманітних безхребетних, грибів, лишайників, мохів і бактерій. Багато епіфітних лишайників, мохів (наприклад, мохові болота) і міксоміцетів (слизувата пліснява) демонструють специфічний зв'язок із різними видами дерев-господарів внаслідок зміни екологічних умов середовища існування (pH кори, наявність поживних речовин і спроможність утримувати вологу). Однак стан кори також змінюється у міру того, як старіє дерево. Ці зміни стану кори можуть бути причиною утворення більшого покриву й унікальних угруповань мохів та лишайників на великих/старих екземплярах деяких деревних порід-господарів. Інші наукові дані вказують на те, що ці дрібні, осілі (нерухомі) організми існують як ізольовані популяції у цих тимчасових середовищах існування. Тому залежність деяких організмів від великих/старих дерев може бути пов'язана з обмеженням розселення. Тобто ймовірність появи організмів із обмеженою можливістю розселення є вищою на великих/старих деревах, ніж на маленьких/молодих деревах.

Сирі залишки деревини як середовище існування. У лісовій екології існує поняття «ніша відновлення», яке пояснює той факт, що багатство судинних рослин може бути забезпечено в угрупованнях в тому разі, якщо окремі види можуть уникнути конкуренції на ранніх етапах розвитку. Тобто якщо різні види використовують різні мікроландшафти проростання (їхні ніші відновлення), у такому разі фізичне відокремлення в просторі призведе до зниження міжвидової конкуренції і подальшого її припинення. При цьому деякі види дерев проростають і утворюються частіше на «материнських колодах», що гніють, ніж на лісовому ґрунті. Отже, за певних умов життєстійкість конкретного виду в лісовій екосистемі може бути безпосередньо обмежена певними місцями відновлення.

Колоди часто забезпечують субстрат для лишайників, мохів і печіночників, і виникнення епіксильних таксонів часто обмежується наявністю субстрату, що утворюється гнилими колодами. Велика кількість безхребетних, які беруть участь у процесі гниття колод, харчуються організмами від гниття деревини або потребують помірної температури, вологості і сирості, які зумовлюються гниючими колодами. Колоди та пні також використовуються як житло, гнізда і сідала різними птахами, ссавцями і земноводними.

Оскільки дерева є домінуючими структурами в лісах, їх старіння і смерть є важливими факторами, які впливають на лісові екосистеми. Так,

домінуючі дерева з розвинутою кроною складають 39 %, 76 % і 78 % від загальної біомаси в листопадних твердолистяних, в помірних хвойних, а також у вологих тропічних лісах відповідно. Таким чином, значна кількість енергії, яка використовується для управління лісовими екосистемами, вивільнюється в результаті окислення вуглеводів протягом процесу розкладання деревини. Гниття повалених дерев являє собою складний процес за участю мікроорганізмів, грибів, мікро- і макробезхребетних. Грибами і безхребетними харчується велика кількість хижаків. Північна білка-летяга (*Glaucomys sabrinus*) і західна червона полівка (*Clethrionomys occidentalis*) обидва харчуються скорокарпіями дереворуйнівних грибів і мікоризними грибами, знайденими у колодах. Полівка харчується майже виключно грибами. Обидва ці невеликі лісові ссавці є жертвами сови плямистої (*Strix occidentalis*) та інших хижаків (наприклад, ласка [*Mustela spp*.], куниця [Martes americana], руда рись [*Felis rufus*]). Сова плямиста є федеральним зникаючим видом у США у зв'язку зі втратою місць її існування у віковічних лісах і гниючих колод, які підтримували основу її харчового ланцюга. Вважається, що плямисті сови потребують не віковічних лісів як таких, а, швидше, кормової бази, яка, у свою чергу, забезпечується достатньою кількістю колод, що гніють. Отже, якби ліси складалися тільки із здорових, енергійних дерев, тоді трофічні системи розкладання, які можуть складатися з величезної кількості організмів, були б сильно обмеженими.

Сьогодні визнається необхідність інтеграції поняття зв’язку структура – біорізноманіття в сучасні методи управління. *Управління лісовими екосистемами* (УЛЕ) з’явилося як механізм, за допомогою якого ці знання можуть бути інтегровані в практику лісівництва. Принципи УЛЕ були прийняті державними агенціями з управління лісовими ресурсами і деякими приватними власниками лісів в декількох регіонах, включаючи Північну Америку, Чилі й Австралію для управління їхньою лісогосподарською діяльністю.

Якщо коротко, мета УЛЕ полягає в тому, щоб одночасно:

- забезпечити стале і комплексне використання лісів (включаючи заготівлю деревини та її вивезення);

- забезпечити життєво важливі екологічні процеси і життєздатні популяції всіх лісових організмів.

Лісовий екосистемний менеджмент розширює контекст, в якому застосовувалося поняття «менеджмент багатоцільового використання». Зокрема, в той час як останнє поняття може передбачати величезну корисність лісів (включаючи лісозаготівлю і видобування мінеральних ресурсів, рекреацію, управління водними ресурсами, природні середовища існування промислових і непромислових видів), основна увага менеджменту багатоцільового використання необов’язково приділяється збереженню цілісності екосистем. Лісовий екосистемний менеджмент визнає широкі

індивідуальні території одних організмів і конкретні вимоги мікросередовища інших і, відповідно, об'єднує та застосовує інформацію щодо просторових масштабів від ландшафтів до мікросередовищ.

Очевидно, що УЛЕ виник в результаті більш глибокого вивчення лісових екосистем. Але перше застосування УЛЕ на тихоокеанському північному заході було прискорено низкою політичних й адміністративних поразок двох федеральних законів США, спрямованих на збереження біорізноманіття: Закон про управління лісовим господарством від 1976 року (NFMA) і Закон про зникаючі види від 1973 року (ESA). NFMA вимагав від лісогосподарської служби США здійснювати управління федеральними лісовими площами для підтримання життєздатних популяцій природних місцевих хребетних тварин. ESA, в свою чергу, передбачав охорону зникаючих видів або видів, які перебувають під загрозою зникнення, включаючи безхребетних. Ці нормативні документи встановили адміністративні умови, відповідно до яких заходи з охорони хребетних і рідкісних/зникаючих видів, існуючих у федеральних лісах, розроблялися для кожного виду окремо. Незабаром спеціалістам у сфері охорони природи стало очевидно, що методи природоохоронного планування на основі окремого виду або заповідника можуть бути недоцільними з політичних та адміністративних міркувань. Відповідно, вони припустили, що підтримка екосистем в цілому, або принаймні їх основних компонентів, була б більш успішною стратегією збереження лісів. Лісівники почали розробляти методи, які дозволяють краще керувати великою «матрицею» управління лісами, а не зосереджуватися виключно на резервних системах.

Передбачається, що сукупність ресурсів, необхідних для підтримки популяцій природних місцевих лісових організмів, забезпечується в тому разі, якщо ліси піддаються режимам природних порушень, за яких вони розвивалися. Крім того, вважається, що всі необхідні екологічні функції (наприклад, кругообіг поживних речовин, перехід енергії) і взаємодія (взаємодії між хижаком і жертвою, симбіоз і антагонізм) реалізуються в лісах під впливом природних порушень. Таким чином, екосистемний підхід в лісовому менеджменті передбачає, що підтримання екосистем у квазі-природних умовах забезпечить вимоги існування для всіх природних місцевих видів і таким чином буде підтримувати цілісність й основні функції екосистеми. Отже, завдання для лісокористувачів полягає у визначенні цільового стану, необхідного для підтримання лісової екосистеми.

Ключовим в УЛЕ є поняття «модель ділянки», яке означає одиницю площі лісу, на якій відбуваються всі етапи розвитку. Умови в будь-якому конкретному місці в лісі не є статичними, а, скоріше, змінюються з часом у зв'язку з циклами порушення і відновлення. Ліс в цілому існує як сукупність ділянок на різних стадіях відновлення після різних порушень,

які повторюються з різними інтервалами. Відповідно, хоча будь-яка ділянка в лісі може відрізнятися від будь-якої іншої ділянки, якщо ліс розглядається в досить великих масштабах, спостерігатиметься характерний розподіл ділянок за розміром, віком і видовим складом.

Режим порушення означає тип (наприклад, пожежа, повінь, фронтальний або циклонічний вітер, лід, хвороботворні організми), масштаб (зони впливу), інтенсивність (величина біомаси дерев, що загинули) і інтервал (проміжок часу між явищами) порушень. Основний режим порушення визначає характерний розподіл ділянок лісу по всьому ландшафту. Проте порушення також впливають на структурні характеристики в межах лісових насаджень. Інтервали повторення порушень контролюють здатність лісів накопичувати структурні особливості, такі як масивні, старі дерева, пні і колоди. Тип та інтенсивність порушення буде регулювати кількість і якість біологічної спадковості. Наприклад, пожежа і вітер можуть рівною мірою руйнувати лісовий намет, але вогонь знищує частину дерев, у той час як вітер просто валить їх на землю. Вогонь знищує органічні ґрунтові горизонти, насіння і спори, в той час як вітер не має ніякого очевидного впливу на них. Крім того, пожежа і вітер більшої сили руйнують більше дерев, ніж аналогічні порушення меншої сили. УЛЕ може просто розглядатися як ідентифікація і підтримання моделі ділянки. Щоб досягти цього, спеціалісти повинні розробити методи лісівництва, які підтримуватимуть ліси на рівні цілого ландшафту у стані, подібному до того, який створюється режимами природних порушень.

Порушення природного середовища і реакції біоти на порушення можуть змінюватися, спричиняючи цим самим зміни в лісових умовах. Таким чином, будь-яка модель ділянки є відкритою системою і не може бути остаточно визначена й описана. Неможливо також визначити і кількісно оцінити режим порушення, оскільки два порушення не можуть бути однаковими і дві лісові ділянки будуть по-різному відновлюватися після одного і того ж самого порушення. Тим не менше, можна охарактеризувати ландшафти типів лісу, які можна обґрунтовано визначити, кожний з яких має мінливі структури і які піддаються кількісній оцінці. Після того, як типи лісових ділянок на певному ландшафті будуть визначені і структурні характеристики цих ділянок будуть піддані кількісній оцінці, можна розробляти лісівницькі заходи з відтворення або максимальної відповідності цієї моделі ділянки.

Таким чином, ліси є важливим і найбільш ефективним засобом підтримання природного стану біосфери і незамінним фактором культурного і соціального значення. Завдяки їх біостабілізуючій, водоохоронній, гідрологічній, ґрунтозахисній та іншим корисним функціям підтримується біорізноманіття, ґрунти оберігаються від водної та вітрової ерозії, а річ-

ки – від висихання й замулення. Вплив лісу на гідрометеорологічний процес приводить до пом'якшення клімату, а це сприяє підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва.

Оцінка інтродукції як різновиду екологічного збурення природних екосистем. У сучасній лісовій екології проблема інтродукції є каменем спотикання і полем розгортання гострих дискусій між школами фітомеліорації та класичної екології[105]. Як головний аргумент проти інтродукції використовується проблема збільшення інвазійності інтрадукованих видів рослин і тварин. Зупинимось не деяких визначеннях.

Чужорідні види для певної території – види, що знаходяться поза своїм природним ареалом, присутні в результаті навмисної або ненавмисної діяльності людини, або види, які проникли без допомоги людини.

Інвазивний вид – це чужорідний таксон, що є потенційно значущим для екосистеми-реципієнта, має економічне значення й історичні, біогеографічні, біоекологічні можливості для вторгнення.

Синантропні види – сукупність видів, супутніх людині, тобто які розселяються нею випадково, навмисно (і що при цьому дичавіють) або які самостійно заселяють землі, що обробляються, або антропогенно змінені території.

Аборигенні види – види рослин і тварин в природних екосистемах, що виникли в даній місцевості до появи людини і що існують тут до теперішнього часу.

Всі чужорідні види долають географічний бар'єр, завдяки чому опиняються на новій території. Випадкові чужорідні види або «зупиняються» на цій стадії, або долають локальні екологічні бар'єри, що дозволяє їм якийсь час зберігатися, хоча їх існування на новій території залежить тільки від повторного занесення. Натуралізація починається тоді, коли остаточно подолані екологічні, а також репродуктивні бар'єри. На цій стадії зникнення виду з нової території малоімовірно. Про інвазивні види можна говорити, у випадках, коли долається бар'єр розповсюдження в межах нової території та «імплементації» в порушені або напівприродні співтовариства. При цьому існують наступні *підстави для віднесення виду до чужорідних:*

1) вид приурочений тільки до вторинних едафотопів;
2) не був раніше знайдений на даній території;
3) не був знайдений в археологічних розкопках на даній території;
4) на вторинних місцепомешканнях зустрічається рідко;
5) не проходить весь життєвий цикл або проходить його вкрай рідко;
6) на даній території не має близькоспоріднених видів;

[105] Електронний ресурс. – Режим доступу : http://www.udau.edu.ua/media/elektronni-materiali/naukovi-statti/sonko-s.p/introdukcziya-yak-riznovid-ekologichnogo-zburennya-prirodnix-ekosistem.html

7) його місцезнаходження віддалене від основного ареалу;

8) основним чинником розповсюдження є людина.

Як свідчать результати досліджень, жоден з критеріїв не є абсолютним.

Адвентивні (чужорідні, занесення) види рослин розрізняються за трьома параметрами – за часом занесення, способом занесення і за рівнем адаптованості до нових географічних умов.

За часом занесення розрізняють:

• *археофіти* – занесені до XVI століття (прикладами може служити ціла низка середземноморських видів рослин, які були занесені на територію нашої країни при стародавніх торгових контактах і зараз ростуть як звичайні бур'яни);

• *неофіти (кенофіти)* – що з'явилися в пізніший час (*Heracleum sosnowskyi* Manden. борщовик Сосновського).

За способом занесення і *натуралізації* розрізняють:

• *ксенофіти* – занесені випадково (*Ambrosia artemisiifolia* L. амброзія полинолисна, *Urtica cannabina* L. кропива конопльова);

• *ергазіофіти* – занесені навмисно (рослини роду *ipra*, *Acer negundo* L. клен американський);

• *ксеноерагозіофіти* – перехідна група з неясним сценарієм появи в новому районі.

За ступенем адаптованості розрізняють:

• *ефемерофіти* – флуктуючі види, які то з'являються то зникають в локальних місцепроживаннях (*Lepidium perfoliatum* L. блощичник наскрізнолисний);

• *колонофіти* – види, що міцно закріпилися на нових місцях існування, але що не розповсюджуються з них (*Thladiantha dubia* Bunge тладіанта сумнівна, або червоний огірок);

• *епекофіти* – види-зайди, які розселяються по порушених місцепроживаннях (*Reynoutria japonica* Houtt. рейнутрія японська);

• *агріофіти* – занесені рослини, які впроваджуються в природні співтовариства (*Impatiens glandulifera* Royle недоторка залізиста).

Вид може ставати інвазивним і впроваджуватися в нові регіони та невластиві йому екосистеми через різноманітні причини:

• природне розширення ареалу за типом дифузії;

• переміщення, пов'язані з флуктуаціями чисельності, зокрема переміщення в результаті екстраординарних кліматичних або геологічних явищ;

• антропогенні зміни абіотичних і біотичних чинників навколишнього середовища, що спричинили відповідні зміни межі ареалу;

• навмисна інтродукція і реінтродукція важливих з точки зору господарської діяльності людини видів живих організмів;

• випадкові занесення.

Проникаючи в невластиві їм раніше едафотопи, чужорідні види істотно перетворюють структуру місцевих біоценозів:

1) змінюють структуру і функції екосистеми, місце існування аборигенних видів;

2) вступають у конкурентні відносини з аборигенними видами і сприяють їх витісненню;

3) виявляються хижаками по відношенню до аборигенних видів і скорочують чисельність їх популяцій;

4) є переносниками збудників захворювання аборигенних видів.

Зазвичай природні зміни ареалів видів відбуваються відносно поступово і послідовно. Зміни, викликані прямо або побічно діяльністю людини здійснюються помітно швидше (реєструються одним або кількома поколіннями людей) і відбуваються в даний відрізок часу або відбувалися порівняно недавно.

Так, можна виділити розширення ареалу видами через природні причини, з одного боку, й інтродукцію – з іншого.

Інтродукція – це цілеспрямована діяльність людини з уведення в культуру в даному природно-історичному районі таких родів, видів, підвидів, сортів, порід і форм, які раніше в ньому не зустрічались.

До *навмисної інтродукції* відносяться:

• *Переміщення без розведення* для досягнення прямим або непрямим чином будь-якої утилітарної мети. Сюди належить і широка практика переміщення видів з метою заповнення порожніх екологічних ніш для підвищення продуктивності екосистем.

• *Виведення (розведення) цінних для людини видів*. Під розведенням розуміють штучну підтримку і/або штучне забезпечення окремих складових життєвого циклу виду поза його природним ареалом;

• *Практика «класичного» біологічного контролю*, тобто цілеспрямоване розселення живих організмів для боротьби зі шкідливими або небажаними видами тварин, рослин або мікроорганізмів (наприклад, в Австралії – ввезення метелика кактусової огнівки для знищення чагарників кактуса опунції).

• *Випускання з певним наміром (але без утилітарних цілей) об'єктів розведення*; прикладом можуть служити об'єкти акваріумного виробництва, просто викинуті в природні водоймища, разом з якими в природні водоймища потрапляють і акваріумні рослини.

До ненавмисної інтродукції належить велике число випадків перенесення організмів, здійсненого випадково, без постановки конкретної мети перенесення. Вона може бути умовно розділена на дві групи:

1. Інтродукция виду разом з об'єктами навмисного вселення.

2. Інтродукция на «небіологічному» (баластні води з планктоном, залізничний трасннорт) або «біологічному» носієві (наприклад, колорадський жук або картопляна міль на картоплі).

Особливості процесу інтродукції типові для багатьох пострадянських країн і визначаються наступними рисами:

- фактична відсутність контролю за перенесенням видів;
- історичні передумови, пов'язані з війнами континентального і регіонального характеру, що супроводилися інтенсивними перевезеннями військових і цивільних вантажів, людей;
- тривалий час на території СРСР здійснювалася політика щодо розселення й акліматизації організмів з метою підвищення продуктивності екосистем і отримання нових продуктів харчування;
- постійна необхідність будівництва доріг, каналів і водосховищ, великих міст;
- високий рівень торгових перевезень і відносно слабкий контроль за перенесенням вселенців через державний кордон;
- недостатньо розвинене законодавство відносно проведення інтродукцій і випадкового занесення організмів з інших країн;
- слабкий розвиток інформаційного забезпечення моніторингу чужорідних видів і слабкий розвиток системи освіти й освіти в області агресивних інтродуцентів;
- слабке фінансування досліджень з проблеми чужорідних видів;
- достатня поширеність серед населення захоплень, пов'язаних із домашнім утриманням і розведенням екзотичних рослин і тварин, частина з яких, опинившись у природних умовах, перетворюються на типові види-вселенці.

При інтродукції, подальших акліматизації і натуралізації змінюється природний ареал рослин. Формується новий ареал, який має назву культигенного. *Культигенний ареал* – ареал, що виник і сформувався поза межами сучасного природного розповсюдження таксона і безпосередньо пов'язаний з його культивуванням.

- *Культигенним ареалом інтродукції* є ареал виживання і збереження таксона (поза природним розповсюдженням), яке відбувається лише при безпосередньому сприянні людини. В межах культигенного ареалу натуралізації культура рослин отримує можливість входження в ті або інші місцеві рослинні співтовариства.

Як і природні, культигенні ареали мають тенденцію як до розширення, так і до скорочення. Останнє зустрічається помітно рідше і може бути пов'язано зі зменшенням потреби в даному виді (часто у зв'язку з модою), витісненням даного виду з культури іншим, перспективнішим видом, посиленням впливу шкідників і хвороб і, нарешті, з виродженням інтродуцента, обумовленим, насамперед, генетичними чинниками.

Адвентивні (чужорідні) види у флорах різних регіонів. Середня частка адвентивних видів у флорах різних районів світу становить 16 %, причому на материках вона дорівнює 11 %, а на островах – 31 %.

Картина адвентизациі флор різних материків виглядає таким чином: Північна Америка – 19 %, Австралія – 17 %, Південна Америка – 13 %, Європа – 9 %, Африка – 7 %, Азія – 7 %. Максимальна частка чужорідних видів – (31 %) виявлена в сільськогосподарських і міських екосистемах, далі – ліси помірної смуги, у флорі яких частка видів-вселенців сягає 22 %. Адвентивні види є у флорі кожного регіону, окрім Антарктиди. Найбільш адвентивні види, що часто зустрічаються, походять з сімейств *Poaceae* (злаки), *Asteraceae* (складноцвіті), *Brassicaceae* (хрестоцвітні).

Багато рослин Східної Азії стають бур'янами в Північній Америці, а північноамериканські види – дуже агресивними інвазивними видами для країн Європи. Європейські рослини упроваджуються у флору Австралії, Америки й Африки, а австралійські види починають засмічувати фітоценози в Африці.

Явище адвентізациі і витіснення агресивними інтродуцентамі аборигенних представників флори є загальносвітовою проблемою. Через декілька років після Конвенції про біорізноманітність (1992) в США і Росії були ухвалені свої закони про контроль над розповсюдженням адвентивних рослин відповідно до законодавчих принципів Конвенції про біологічну різноманітність. У 2002 році через 10 років в Гаазі були затверджені «Керівні принципи з запобігання інтродукціям і зменшенню дій чужорідних видів», згідно з якими уряди всіх країн зобов'язані зупинити розповсюдження небезпечних видів. У багатьох країнах створюються спеціальні робочі групи з вивчення інвазійних видів і відповідні інформаційні ресурси. В першу чергу, це Глобальна програма з вивчення інвазивних видів (Global invasive species programme – GISP), Глобальна база даних про інвазивні види[106]. В Росії, наприклад, започатковано традицію публікації «Чорних книг» з вичерпною інформацією про інвазивні види рослин.

Інтенсивність процесу впровадження чужорідних видів визначається трьома головними чинниками:

- особливостями екосистем, а саме їх стійкістю до інвазій (закритістю);
- інтенсивністю надходження діаспорів;
- особливостями біології чужорідних видів.

Інвазіабельність співтовариств (тобто схильність до інвазій) визначається їх потенційною можливістю увібрати до свого складу новий вид, залежить від наявності «вільних місць» і «жорсткості» абіотичних та біотичних чинників: ступеня сприятливості екотопу, інтенсивності конкурен-

[106]Електронний ресурс. – Режим доступу : www.issg.org/database

ції, впливу фітофагув, а також (для комахозапилюваних рослин) здатності виграти конкуренцію обпилювачів. Як правило, в сприятливих умовах вище роль біотичних чинників, в несприятливих – абіотичних.

В умовах тундри, високогірь, солончаків і пустель інвазіабельність співтовариств, насамперед, залежить від жорстких абіотичних чинників. З цієї причини в цих умовах видів-прибульців буває мало, оскільки вони виявляються нездатними адаптуватися до переживання суворого стресу. Наприклад, мінімальним числом чужорідних видів характеризуються заповідники північних територій Російської Федерації (Острів Врангеля, Магаданський, Кандалакшський). Для природних територій помірного кліматичного пояса (зокрема для України) очевидне переважання адвентивних видів визначається вже рівнем впливу людини на організацію заповідної території та інтенсивністю рекреаційних навантажень.

У тропічних екосистемах зростає роль біотичного бар'єра, оскільки більшість адвентивних видів виявляються непідготовленими до конкуренції з місцевими видами в таких сприятливих умовах: їх реалізовані ніші пов'язані з менш сприятливими середовищем існування.

В ідеалі опір середовища (і біотичний, і абіотичний) впровадженню адвентивних видів достатньо сильний (якщо взяти за 100 % загальне число «вселених» в район видів, то пройти життєвий цикл в окремих співтовариствах зможуть не більше 10 %, а стійко закріпитися в районі – не більше 5 %, а більш-енш широко розселитися з впровадженням в природні співтовариства – не більше 2–3 % (Міркин, Наумова, 2002).

Найбільш *інвазіабельні співтовариства:*

1) порушені (як через природні, так і через антропогенні причини) екосистеми;

2) що володіють вільними нішами (як правило, це пов'язують зі збідненим у видовому відношенні співтовариством);

3) зі зміною біологічних зв'язків між представниками різних трофічних рівнів за відсутності видимих серйозних втручань людини;

4) ендемічні біотопи й екосистеми островів.

Особливості адвентивних видів рослин (ознаки, що допомагають виду увійти в нове для нього співтовариство):

1. Певний тип запилення. За відсутності агента-обпилювача вид не приживеться. Найбільш надійним обпилювачем, безумовно, є вітер.

2. Висока насіннева продуктивність. Велика кількість насіння підвищує вірогідність розселення виду. При цьому насіннева продуктивність і об'єм банків насіння в адвентивних видів може бути в 50 разів вище, ніж у місцевих.

3. Короткий і простий життєвий цикл.

4. Швидкий розвиток рослин.

5. Интенсивний розвиток проростків, тобто ювенільні рослини повинні швидко переходити до цвітіння.

6. Висока частка ресурсів, що направляються на репродуктивний процес (як на насіння, так і на вегетативне розмноження).

7. Певний розмір насіння. Безпосередньо ця ознака не пов'язана з успішністю розселення, оскільки при анемохорії найбільш ефективне дрібне насіння, а при ендозоохорії – велике, з помітною діаспорою.

8. Захищеність діаспорів покривами, що підвищує їх стійкість.

9. Здатність діаспорів до тривалого спокою і формування грунтових насінних банків.

10. Здатність до форезії (переміщення діаспорів у просторі, що включає їстівність плодів і насіння при зоохорії).

11. Здатність до гібридизації з близькоспорідненими видами, як із місцевими, так і занесеними.

12. Вегетативне розмноження. Цей варіант розмноження важливий не стільки для розселення видів, скільки для їх закріплення в нових співтовариствах.

13. Певна життєва форма. Вважалося, що для інвазивних видів найбільш вигідний невеликий розмір рослин, що на сьогодні є сумнівним. Оптимальною життєвою формою для адвентивного виду є та, до якої належать домінуючі види співтовариства, в яке він упроваджується.

В агресивних інтродуцентів вище співвідношення «фотосинтез – дихання» (у 2–7 разів) і ефективніше засвоєння елементів мінерального живлення (Міркин, Наумова, 2001).

Цікаво, що (на підставі вимірювання основних кліматичних характеристик) вивчення зміни ширини екологічної ніші виду при порівнянні ареалів розповсюдження 50 видів рослин на батьківщині і на чужині показало, що приблизно половина вивчених видів демонструвала незмінність своїх нішевих характеристик при інтродукції як з Північної Америки в Євразію, так і назад. Тільки 14 % видів продемонстрували розширення меж ніші на величину більше 10 %. Єдиний виняток – завезений з Європи до Америки і вид волошки *Centaurea stoebe*, який значно там розповсюдився. Для цього виду відмічено істотне (більш ніж на 50 %) збільшення об'єму екологічної ніші.

Надзвичайний успіх інвазивного виду може пояснюватися, мабуть, тим, що на новому місці, окрім сприятливості всіх абіотичних умов, ослаблений тиск негативних дій з боку інших організмів: конкурентів, хижаків (для рослин – рослиноїдних тварин), паразитів і збудників хвороб. Зокрема, передбачається (і цьому є експериментальні підтвердження), що в місцях корінного місцепромешкання якого-небудь виду рослин у грунті відбираються патогенні штами мікробів, фактично – паразитів, що галь-

мують їх зростання. Тому пересаджування рослин у ґрунт, в якому раніше ці види не росли, як правило, сприяє інтенсивнішому їх зростанню.

Інша обставина, що, можливо, визначає успіх інвазивних видів рослин, – це прискорення кругообіг азоту – елементу, якого в ґрунті часто не вистачає. Передбачається, що стебла і листя швидко зростаючих вселенців характеризуються дещо меншим вмістом целюлози (клітинні стінки у них тонші). Вони м'якші та ніжніші. Органічна речовина таких рослин після їх відмирання швидше розкладається грибами і бактеріями. Відповідно, швидше йдуть процеси нітрифікації – перетворення амонійного азоту на нітрит і нітрати, тобто на форму, придатну для нового споживання рослинами. Наприклад, завезений до Канади з Європи клен платановидний *Acer platanoides* прискорює процеси мінералізації (розкладання органічної речовини в ґрунті) та нітріфікациі порівнянно з аборигенним видом – кленом цукровим *Acer saccharum*.

Оцінка і прогнозування агресивності в інтродуцентів є досить важливими для інтродукторів не тільки при плануванні можливого використання виду, що переселяється, але і значною мірою для потреб карантинної служби, яка має справу поки, головним чином, з уже відомими бур'янами. Уточнимо, що серед інтродукованих видів переважають такі, які в нових для себе співтовариствах зберігалися на одному місці впродовж кількох років, не проявляючи агресивності.

У практиці інтродукції відома ціла низка випадків, коли гібриди інтродуцентів з місцевими видами виявлялися більш життєстійкими і агресивними, ніж, принаймні, один з батьків.

Однією з найістотніших умов, що визначає можливість і ефективність агресії, є відсутність в районі інтродукції шкідників і хвороб, які супутні інтродуценту на батьківщині й обмежують там його розповсюдження. Одночасно в інтродуцентів може спостерігатися велика толерантність до місцевих шкідників і хвороб і велика сприйнятливість аборигенних рослин до завезених разом з інтродуцентами патогенів. Останнє може помітно ослабити конкуренцію місцевих видів та порушити стан рівноваги фітоценозів.

У сприятливих екологічних умовах адвентивна рослина буде здатна утворювати насіння нової генерації. У міру екокліматичної адаптації щорічно збільшуватиметься і популяція виду. Врешті-решт, вид почне самостійно розселятися (або ж за допомогою природних чинників) і впроваджуватися у фітоценози.

Основним принципом прогнозу потенційного екологічного ареалу адвентивної рослини має бути системний підхід. Він базується на аналізі даних з розповсюдження виду, наявності схожих агрокліматичних зон в існуючому і прогнозованому потенційному ареалі і даних щодо особливих кліматичних вимог виду.

Визначення потенційного екологічного ареалу лише говоритиме про те, що в цьому ареалі адвентивна рослина зможе існувати як вид (нормально розмножуватися і розселятися, витримувати конкуренцію з боку інших видів), а знаходження низки переваг інтродуцента перед аборигенними рослинами допоможе встановити, чи стане він агресивним інтродуцентом.

Однак вплив людини, що викликає порушення природних екосистем, є чинником, який здатний «відкрити» для впровадження агресивних інтродуцентів будь-які співтовариства, навіть найбільш насичені.

Поза сумнівом, що вивчення закономірностей протікання біологічних інвазій поступово стає і обов'язково повинно стати спеціальною областю біологічних досліджень.

Оцінка будь-якого інвазивного виду повинна будуватися на основі вивчення принаймні трьох компонентів:

1) економічної оцінки (збиток сільському, лісовому господарству, транспортним спорудам, здоров'ю населення);

2) екологічної оцінки (зміни в природних екосистемах);

3) впливу на біорізноманітність.

Попри очевидну шкоду інвазивних видів існують різні погляди на проблему навмисних інвазій. Той вплив, який надає експансія адвентивних видів на біологічну різноманітність, може іменуватися терміном «біологічне забруднення». *Біологічне забруднення* – сукупність чужорідних видів, які загрожують біологічній різноманітності або чисельності аборигенних видів, стабільності екосистем або господарської діяльності людини, а також експлуатації та охороні місцевих аборигенних рослинних і тваринних ресурсів.

Перш за все, біологічне забруднення – це самовідтворювана схема дії на екологічні системи. Більшість інших форм антропогенної дії підтримуються за рахунок господарської або іншої діяльності людини. При припиненні або зниженні інтенсивності антропогенної дії екосистема, як правило, більшменш швидко повертається до початкового «природного» стану. На відміну від них вид-вселенець, що одного разу потрапив доекологічної системи, існуватиме в ній до тих пір, поки умови його існування докорінно чином не зміняться. За відсутності істотних змін середовища в переважній більшості випадків для популяції чужорідного організму абсолютно байдуже, чи зберігається потік іммігрантів з інших екологічних систем.

Друга важлива властивість біологічного забруднення, що також значно відрізняє його від інших форм антропогенної дії, – це здібність до самопідсилення. Як правило, саме згодом, в ході натуралізації адвентивний вид набуваєздатності значно вплинути на місцеву екосистему.

Наступна властивість – інваріантність. Для більшості відомих форм антропогенного забруднення сила дії спротиву пропорційна віддаленості

від джерела забруднення. Завдяки здатності до самопідсилення найбільші негативні ефекти можуть спостерігатися за сотні кілометрів від місця первинного вселення виду.

Як правило, дія видів-вселенців порушує різні аспекти функціонування екосистем. Залежно від умов один і той же вид в різних системах може викликати різні зміни в екосистемах, що визначає різнобічність і непередбачуваність дії.

І нарешті, важлива і досить неприємна особливість біологічного забруднення – це його практична неусувність. Існуючі методи боротьби з біологічними інвазіямі малоефективні і вірогідність зникнення виду-вселенця, що натуралізувався, украй низка. Єдиний достатньо ефективний спосіб зниження ступеня дії виду-вселенця на екосистему – це вселення іншого чужорідного вигляду, здатного регулювати чисельність першого. Даний спосіб потребує ретельного попереднього моделювання ситуації, а також виявлення і вивчення можливих наслідків.

Екологічно толерантні напрями лісокористування. Ліси України за своїм призначенням і розташуванням виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі та інші важливі функції і забезпечують потреби суспільства в лісових ресурсах.

До особливостей лісів та лісового господарства України належать:

– відносно низький середній рівень лісистості території країни;

– зростання лісів у різних природних зонах (Полісся, Лісостеп, Степ, Українські Карпати та гірський Крим), що мають істотні відмінності щодо лісорослинних умов, методів ведення лісового господарства, використання лісових ресурсів та корисних властивостей лісу;

– переважно екологічне значення лісів та висока їх частка (до 50 %) з режимом обмеженого лісокористування;

– високий відсоток заповідних лісів (14,3 %), який має стійку тенденцію до зростання;

– історично сформована ситуація із закріпленням лісів за численними постійними лісокористувачами (для ведення лісового господарства ліси передані в постійне користування підприємствам, установам і організаціям кількох десятків міністерств і відомств);

– значна площа лісів зростає у зоні радіоактивного забруднення;

– половина лісів України є штучно створеними і потребують посиленого догляду.

Для того щоб досягти оптимальної лісистості, необхідно дотримуватись екологічно толерантних напрямів лісокористування. Однак у сучасних умовах відтворення лісів України здійснюється відповідно до теоретичних положень та чинних нормативно-регламентуючих матеріалів і діючих рекомендацій. Більшість із–них були розроблені в кінці XX і на початку XXI століть. Частина положень чинних нормативних документів

нині застаріла, а тому не повною мірою враховує світові тенденції останніх років та новітні вимоги щодо лісовідновлення і лісорозведення. Застосування деяких з них зумовило погіршення санітарного стану частини штучно створених смеречників, сосняків та дібров як в Україні, так і за її межами. Прогресуюче погіршення стану лісових насаджень штучного походження призвело наприкінці минулого тисячоліття до активізації процесів із захисту первісних лісів та актуалізувало потребу переорієнтації підходів щодо відтворення лісів у напрямі наслідування природного генезису лісових екосистем. Зокрема, на конференції ООН в Ріо-де-Жанейро з питань навколишнього середовища було наголошено на необхідності розробки національних програм дій, які б забезпечувала сталий розвиток лісового господарства.

В Україні трансформаційні процеси з екологізації лісогосподарського виробництва активізувались після проголошення незалежності. Проте сучасне ведення лісового господарства в країні, в окремих випадках, штучно занижує роль та значення підходів і методів відтворення лісових ресурсів на засадах екологічно орієнтованого лісівництва, зокрема використання насіннєвого природного поновлення для регенерації лісів. Особливого значення це питання набуває з точки зору сертифікації лісів, згідно з принципами і критеріями якої лісові культури, створені на місці природних лісів після листопада 1994 року, не можуть бути сертифікованими.

Недостатнє використання екологічно орієнтованих методів відтворення лісів в Україні певною мірою зумовлено відсутністю теоретичних засад і сучасних науково-практичних рекомендацій, які б враховували зональні екологічні особливості, структуру та стан лісів, а також національні традиції та підходи до ведення лісового господарства. Тому нині актуальна розробка теоретичних основ та практичних підходів лісорозведення і лісовідновлення на засадах еколого-орієнтованого лісівництва, які вкрай важливі в контексті створення передумов для переходу до сталого ведення і розвитку лісового господарства, задекларованого Державною програмою «Ліси України на 2002–2015 роки» та «Концепцією реформування та розвитку лісового господарства України», прийнятою 2005 року. Зокрема, в останньому документі пріоритетним напрямком удосконалення ведення лісового господарства є екологізація лісогосподарського виробництва шляхом наближення його до природних процесів відновлення та розвитку лісових екосистем. Стосовно відтворення лісів такий підхід передбачає гармонізацію природного і штучного лісовідновлення в країні із залученням екологічно безпечних технологій, які б ґрунтувались на засадах екологічно орієнтованого лісівництва.

Специфічні підходи до відтворення лісових ресурсів та їх використання зумовили формування лісів, різних за походженням, структурою, біологічною стійкістю, відповідністю їх ознак і властивостей корінним лісовим

екосистемам. За класифікацією (ФАО/ЄЕК, FSC) розрізняють *природні, напівприродні та плантаційні ліси.* Їх характеристики та еколого-лісівничі особливості є інтегрованими показниками, які визначають рівень відповідності лісів критеріям еколого-ощадливого ведення лісового господарства.

Найбільшою мірою таким вимогам відповідають *природні ліси*, до яких за визначенням FSC належать лісові площі, на яких присутні принципові характеристики та ключові елементи лісових екосистем (таких як комплексність, цілісність та різноманіття). Головні їх переваги – висока біологічна стійкість та більш повне використання ними біоекологічного потенціалу лісорослинних умов. Вони визначають комплексність виконуваних функцій, що насамперед зумовлені переважанням у їх складі аборигенних порід корінних деревостанів, структурою і формою та, як правило, різним віком насаджень. Надзвичайно важлива роль природних лісів у контексті збереження біорізноманіття та примноження генофонду основних лісотвірних порід.

Натомість, «лісові площі, яким не властива більшість принципових характеристик та ключових елементів лісових екосистем в результаті антропогенної діяльності (садіння, висівання насіння або застосування інтенсивних лісівничих заходів)», Лісовою Наглядовою Радою (FSC) віднесені до *плантаційних лісів*. На практиці до плантаційних (за визначенням FSC) відносять штучно створені ліси. В той же час до них можуть включатись і природно поновлені ліси, які внаслідок проведених лісівничих заходів втратили ключові елементи материнських екосистем.

У сучасних умовах розширеного відтворення лісів надзвичайно важливою є роль плантацій як деревних ценозів, що за більш короткі терміни, порівняно з традиційними лісовими культурами, відновлюють або формують на нелісових землях ознаки та властивості лісових екосистем і тим самим створюють необхідні передумови для відтворення на них корінних деревостанів. В той же час надмірне захоплення плантаційним лісівництвом може спричинити негативний вплив на стійкість лісів, екологію довкілля, місцеві соціуми та інші показники, які є визначальними для сталого ведення лісового господарства.

Проміжне місце в сучасній класифікації належить *напівприродним лісам*, які не належать ні до категорії «ліси, не порушені людиною» (природні ліси), ні до категорії «лісові плантації» (плантаційні ліси).

Залежно від способів ведення лісового господарства значна частина напівприродних лісів може бути трансформована в природні ліси або, за науково обґрунтованої доцільності, у лісові плантації.

Необхідність розширеного відтворення лісових ресурсів у сучасних умовах зумовлена науково обґрунтованою доцільністю збільшення площі лісів України до оптимального рівня та нагальною потребою подолання

існуючих протиріч між екологічними, економічними і соціальними цілями, без яких неможливе забезпечення сталого ведення лісового господарства.

З іншого боку, доцільність розширеного відтворення лісових ресурсів продиктована національними особливостями лісових і нелісових земель, які відрізняють Україну від інших європейських держав, а саме:

- нерівномірна і відносно низька середня лісистість території країни та необхідність доведення її до науково обґрунтованого рівня;
- зростання лісів у різних природних зонах (Полісся, Лісостеп, Степ, Українські Карпати та гірський Крим) і пов'язані з ними специфічні регіональні лісівничо-екологічні проблеми;
- переважання лісів захисного призначення (їх частка до 50 %) і відносно значна частка заповідних лісових територій (близько 14 %) з обмеженим режимом використання, що суттєво зменшує обсяги лісокористування;
- стійка тенденція зростання площ з ерозійними процесами (під впливом ерозії знаходиться близько 15 млн га земель, а щорічний приріст еродованих територій становить понад 80 тис. га);
- висока розораність земель (близько 82 %), що свідчить про надзвичайну актуальність збільшення обсягів захисного лісорозведення та інші чинники.

Вкрита лісовою рослинністю територія України постійно зростає, але для досягнення науково обґрунтованого рівня оптимальної лісистості потрібно додатково створити понад 2 млн га нових лісів. У зв'язку з цим «Концепцією з реформування та розвитку лісового господарства України» передбачається скоригувати обсяги відтворення лісових ресурсів, вказані у Державній програмі «Ліси України на 2002–2015 роки» у більшу сторону. Загалом площу лісів України до 2015 року планується збільшити на 1 млн га. Разом з тим, передбачається щорічно створювати близько 40 тис. га захисних лісових насаджень, що дозволить оптимізувати лісистість агроландшафтів і суттєво підвищити їх ґрунтозахисні та водорегулюючі функції.

За лісівничо-технологічними особливостями та прийнятими пріоритетами слід виокремити такі підходи до відтворення лісів: *традиційний; економіко-технологічний* (*плантаційний, промисловий, трансформаційний*); *еколого-лісівничий* (інколи його ідентифікують як «наближений до природи», або толерантний).

Традиційний – підхід до відтворення лісів ґрунтується на національних особливостях ведення лісового господарства та історичному досвіді минулих років, а тому в окремі періоди, залежно від об'єктивних обставин, він наближався до підходів з еколого-лісівничими або економіко-технологічними пріоритетами.

Економіко-технологічний (плантаційний, промисловий, трансформаційний) перед активно запроваджується з другої половини XX століття

у зв'язку зі зростанням потреби у деревині й обсягів лісовідновлення і лісорозведення. В його основі економічні та технологічні пріоритети. Збільшення питомої частки плантаційного лісовирощування в загальних обсягах відтворення лісових ресурсів може суттєво зменшити ресурсний тиск на ліси планети. Проте розвиток даного напряму відтворення лісів стримується недостатнім екологічним і економічним обґрунтуванням його доцільності, а також відсутністю апробованих технологій створення і вирощування лісових плантацій.

Широке запровадження системи плантаційного лісовирощування сприятиме вирішенню інших важливих завдань та проблем, зокрема збільшенню до оптимального рівня лісистості (особливо це актуально для Лісостепу і Степу), і підвищенню пересічної продуктивності лісових насаджень та інтенсифікації лісовирощування за рахунок:

1. Заліснення сільськогосподарських угідь;
2. Вирощування швидкорослих порід, особливо їх гібридів;
3. Скорочення обігу рубки плантаційних насаджень.

Важливо відзначити, що плантаційне лісовирощування має стати однією з ланок ведення лісового господарства, питома частка якої визначатиметься регіональними, історико-географічними, природно-екологічними та соціально-економічними особливостями.

Еколого-лісівничий (еколого-толерантний, адаптаційний, «наближуний до природи») підхід ґрунтується на максимальному врахуванні екологічних особливостей заліснюваних земель і генезису природних лісових біогеоценозів. Пріоритетним є *принцип адекватності*: з одного боку, наближеність робіт з відтворення лісових ценозів до природних процесів, а з іншого – відповідність лісу середовищу, без єдності яких не можна сформувати стійкого біогеоценозу. На відміну від попереднього підходу, використання якого часто пов'язане зі значною трансформацією лісового середовища і підміною природних процесів технологічними, *еколого-лісівничий має адаптаційний характер*. Слід зазначити, що використання у лісовідновленні засад екологічно орієнтованого лісівництва в Україні має давню історію. Майже до кінця XIX століття в Поліссі та Лісостепу України ліс, головним чином, сіяли, а не саджали. Сіяли не внаслідок пріоритетності лісовідновлення наближеного до природи лісу, і не тому, що посів насіння ближче до природи та біології лісу, а тому, що у той час через відсутність достатньої кількості лісових розсадників не вистачало сіянців, а заготівля самосіву дичок для насаджування лісів вимагала значних витрат. Пізніше, після масового впровадження в практику ведення лісового господарства суцільних рубок головного користування, тривалий час лісовідновлення було зорієнтовано на природне поновлення, появу якого забезпечували 15–20 дерев-насінників, які залишали на гектар зрубаного лісу. Однією з головних причин застосування такого методу відтворення

лісових ресурсів у ті часи були також не лісівничі переваги лісів природного походження, а обставини, пов'язані з недостатнім фінансуванням, оскільки царський уряд Росії левову частку коштів виділяв на потреби степового лісорозведення.

Нині, завдячуючи розпочатій в Україні роботі з сертифікації лісів, у лісогосподарську практику передових підприємств галузі активно запроваджується досвід відтворення лісів європейських країн. Особлива увага приділяється апробації у виробничих умовах сучасних інтерпретацій окремих способів рубок материнських насаджень та прийомів лісовідновлення, властивих екологічно орієнтованому лісівництву, зокрема: запровадження вибіркових, поступових і вузько лісосічних способів лісовідновних рубок; залишення на зрубах дерев насінників; проведення лісівничих і лісокультурних робіт із сприяння появі самосіву головних порід і збереження природного поновлення, включаючи обробіток ґрунту і підсів насіння та деякі інші.

Екологічно орієнтоване лісівництво та його місце у відтворенні лісових ресурсів. Під *екологічно орієнтованим лісівництвом* (його кінцевою метою є екосистемне лісівництво), відносно лісовідновлення та лісорозведення, слід розуміти *комплекс лісогосподарських заходів, який забезпечує відтворення і формування максимально подібних до корінних лісостанів насаджень за генезисом наближеним до їх природних аналогів*. При цьому пріоритетними цілями лісовідновлення є відтворення деревостанів корінних типів лісу, а лісорозведення – відновлення ознак лісових біогеоценозів через заліснення їх природним або штучним шляхом породами-піонерами або закладання плантацій і створення передумов для наступного вирощування та формування на їх місці біологічно стійких лісових насаджень, наближених за складом і формою до корінних деревостанів. Комплекс робіт з відтворення лісових ресурсів на засадах ЕОЛ повинен включати такі заходи:

- на вкритих лісом землях – збереження та примноження ознак лісових ценозів (недопущення послаблення гомеостатичних зв'язків внаслідок надмірного зріджування доглядовими рубками, застосування складних лісовідновних рубок з метою збереження лісового мікроклімату, проведення лісівничих і лісокультурних заходів зі сприяння появі самосіву та збереженню підросту – обробіток ґрунту, підсів насіння тощо);

- на нелісових землях – послаблення впливу несприятливих для зростання та розвитку лісової рослинності факторів і чинників та відтворення на них ознак лісових ценозів (регулювання складу живого надґрунтового покриву, усунення лімітуючих ґрунтових чинників, виникнення яких зумовлено особливостями використання площ у минулому, ураження ґрунту мікотрофними грибами, введення порід-піонерів);

- на заліснюваних землях – введення основних компонентів лісових ценозів за допомогою екологічно безпечних технологій, забезпечення умов для відтворення лісового середовища у мінімально стислі строки та формування лісових ценозів за схемою максимально наближеною до генезису природних корінних деревостанів.

У разі оцінки ефективності ведення лісового господарства і, зокрема, відтворення лісових ресурсів, нині пріоритети надаються біологічній стійкості лісів та якості виконання ними функцій регулювання екологічної рівноваги довкілля. Таким вимогам найбільшою мірою відповідають корінні деревостани та лісові культури, створені з урахуванням біологічних і ценотичних властивостей деревних порід та екологічних особливостей ділянки, за умови їх розвитку і формування за генезисом природних корінних лісостанів. Цього досягають застосовуючи підходи та методи екологічно орієнтованого лісівництва, за якими процес відтворення лісових ценозів у часі розпочинається значно раніше, ніж при традиційному лісовідновленні. Комплекс лісокультурних прийомів включає не лише роботи, спрямовані на створення штучних насаджень, а й ті, що пов'язані з доглядом за стиглими деревостанами, підготовкою їх до заміни та рубанням дерев материнських лісових ценозів. З позицій екологічно орієнтованого лісівництва майбутні ліси повинні:

- бути подібними за складом, формою і структурою до корінних деревостанів, які сформувались у процесі еволюції;
- ефективно використовувати біоекологічний потенціал зайнятих ними територій;
- бути наближені до корінних за якісним і кількісним складом біорізноманіття та відрізнятись високою біологічною стійкістю до несприятливих факторів навколишнього середовища;
- продуктивно виконувати екологічні та соціальні функції і повною мірою, забезпечувати потреби суспільства в деревних і недеревних ресурсах лісу.

До об'єктивних факторів, які зумовлюють необхідність більш широкого запровадження в Україні відтворення лісів на засадах екологічно орієнтованого лісівництва, належать такі чинники:

1. Зростання екологічного значення лісів та доцільність більш повного та різностороннього використання біолого-екологічного потенціалу заліснюваних земель.

2. Зменшення в лісовому фонді України питомої частки корінних деревостанів та природних лісів, подібних до них за складом, формою і структурою.

3. Погіршення санітарного стану лісів і особливо насаджень штучного походження, створених за трансформаційними, а не адаптаційними технологіями.

4. Зростання антропогенного тиску на лісові екосистеми та техногенного забруднення довкілля.

5. Зміни в екології довкілля внаслідок глобального потепління клімату і необхідність у зв'язку з цим підвищення біологічної стійкості створюваних насаджень.

6. Розораність території України та висока частка в лісокультурному фонді площ, які вийшли з-під сільськогосподарського користування, заліснення яких потребує врахування специфічних відмінностей нелісових земель.

7. Доцільність диференційованого підходу до відтворення лісів певного цільового призначення (заповідних, рекреаційних, санітарно-гігієнічних, меліоративних, водо- та ґрунтозахисних) на землях з різним лісівничим потенціалом.

8. Необхідність збереження та примноження генофонду лісотвірних порід корінних насаджень.

9. Деградація біорізноманіття, сертифікація лісів та деякі ін.

Заплановане різке збільшення обсягів робіт з лісовідтворення у найближчі роки, безумовно, сприятиме позитивним кількісним змінам у лісовому фонді України, що дозволить повніше задовольнити потреби суспільства у деревині та в інших ресурсах і корисних властивостях лісу. В той же час відомо, що в минулому масштабні роботи із заліснення земель нерідко призводили до небажаних втрат якісних показників створюваних лісів. Класичними вітчизняними прикладами ігнорування екологічних особливостей заліснюваних земель і генезису природних лісових ценозів є масове створення культур сосни на староорних землях і формування одновікових ялинників у Карпатах.

Отже одним із найважливіших завдань лісовідтворення на засадах ЕОЛ є підвищення біологічної стійкості та забезпечення властивої життєздатності створюваних лісів – якостей, які особливо важливі у контексті сучасного глобального потепління клімату, техногенного забруднення довкілля та інших негативних природних явищ сьогодення. Значне зростання останніми роками питомої ваги лісорозведення та обґрунтована доцільність збільшення площ плантаційного лісо вирощування посилюють значення відтворення лісів на засадах ЕОЛ з точки зору збереження і збагачення біорізноманіття створюваних штучно або відновлюваних природним шляхом лісових біогеоценозів.

В умовах переходу до еколого-толерантного управління лісами та розвитку лісового господарства з метою гармонійного забезпечення економічних, екологічних і соціальних потреб українського суспільства вкрай вважливим є збільшення і поліпшення ресурсних функцій лісових ценозів, особливо недеревних. У зв'язку з цим неперечісним є значення

лісовідтворення на засадах ЕОЛ як одного з основних чинників збільшення внеску лісових екосистем у довгострокове депонування атмосферного вуглецю.

Загалом, значення лісовідтворення на засадах ЕОЛ значно вагоміше, ніж зазначені вище аспекти, передусім, завдяки можливості гармонізації відношень між зростаючими потребами людської спільноти у лісових ресурсах та якісно кращим функціонуванням лісових біогеоценозів. Його позитивні сторони такі:

- з економічних міркувань – дозволяє використовувати біоекологічний потенціал територій і природне поновлення та відтворювати і формувати ліси за процесами, наближеними до генезису природних деревостанів, що завжди дешевше, ніж діяти проти природи;

- з екологічних міркувань – сприяє збереженню генофонду лісотвірних та інших деревних порід, а також збільшенню біорізноманіття відтворюваних лісових біогеоценозів на усіх рівнях;

- з міркувань громадськості та суспільства – творче, децентралізоване прийняття рішень щодо сценаріїв відтворення лісів, використання екологічно безпечних технологій та врахування екосистемних особивостей заліснюваних земель підвищує соціальне значення лісового господарства.

Екологічні ж функції лісу повинні підтримуватися неушкодженими, поліпшуватися або відновлюватися. Це передбачає:

а) відновлення лісів та сприяння природним сукцесіям у лісах;

б) біорізноманіття на генетичному, видовому й екосистемному рівнях;

в) природні кругообіги, що впливають на продуктивність лісових екосистем.

Голові *напрями підвищення екологічної толерантності лісового господарства:*

1. Збереження репрезентативних зразків існуючих екосистем в межах ландшафту в їх природному стані з урахуванням масштабів та інтенсивності ведення лісового господарства, а також унікальності об’єктів, що потребують охорони. По таких ділянках повинні бути створені відповідні бази даних і розроблені геоінформаційнфі системи.

2. Системи ведення лісового господарства повинні забезпечити розвиток і сприяння безпечним для навколишнього природного середовища нехімічним методам боротьби зі шкідниками та намагатися уникати використання пестицидів. Слід заборонити використання пестицидів типу 1А і 1В за класифікацією Всесвітньої організації охорони здоров'я та хлорорганічних пестицидів, стійких, токсичних пестицидів або пестицидів, чиї продукти розпаду лишаються біологічно активними і накопичуються в трофічному ланцюгу поза їх цільовим використанням, а також будь-яких пестицидів, заборонених міжнародними угодами.

3. Використання біологічних препаратів повинно документуватися, бути скороченим до необхідного мінімуму, відстежуватися і контролюватися відповідно до національних законів та міжнародно визнаних наукових протоколів. Використання генетично модифікованих організмів має бути заборонено.

4. Використання інтродуцентів повинно ретельно контролюватися та активно відстежуватися з метою уникнення несприятливих екологічних наслідків. Використовувати слід лише інтродуковані деревні види, які вже пройшли багаторічну перевірку в лісогосподарському окрузі, де розташоване підприємство, і було встановлено, що ці види є стійкими до спалахів шкідливих комах або хвороб та інших негативних екологічних впливів, переважають місцеві деревні види за бажаними ознаками, не є інвазійними видами.

5. Перетворення лісів на лісові плантації або їх використання як нелісових територій не повинно відбуватися, за винятком випадків, коли таке перетворення:

а) відбувається на дуже обмеженій частині підприємства;

б) не відбувається на особливо цінних і заповідних лісових територіях;

в) надаватиме чітку, реальну, надійну, довготривалу, додаткову вигоду з точки зору охорони лісів в межах лісогосподарської одиниці.

6. Ведення лісового господарства в особливо цінних для збереження лісах має сприяти підтримці або покращенню відповідних характеристик цих лісів. Прийняття рішення щодо особливо цінних для збереження лісів повинно плануватися з особливою обережністю, прискіпливо враховуючи усі можливі наслідки.

7. Вирощування лісових плантацій повинно плануватися і здійснюватися за всіма принципами та критеріями ЛОР. Оскільки лісові плантації можуть надавати низку соціально-економічних вигод, задовольняючи світові потреби в лісовій продукції, вони повинні доповнювати господарювання та знижувати навантаження на природні ліси, забезпечувати їх відновлення й охорону. Плани та схеми розміщення лісових плантацій мають забезпечувати захист, відновлення та охорону природних і напівприродних лісів і не повинні сприяти збільшенню навантаження на них. Відповідно до масштабу лісогосподарських заходів, під час проектування лісових плантацій повинні бути передбачені «зелені коридори» для міграції видів, прирічкові зони, мозаїчність насаджень різного віку та обороту рубки. Розміри та розміщення ділянок лісових плантацій мають бути узгодженими зі структурою лісових насаджень, що знаходяться в межах природного ландшафту.

8. Для підвищення економічної, екологічної та соціальної стабільності в складі лісових плантацій краще застосовувати декілька деревних видів.

Таке різноманіття може включати розміри і просторовий розподіл господарських виділів лісових плантацій у межах ландшафтів, чисельність і генетичний склад видів, їх вікову структуру. Під час вибору деревних видів для створення лісових плантацій слід враховувати, наскільки вони в цілому відповідають даним лісорослинним умовам і як це відповідає цілям ведення лісового господарства.

9. Під час проектування лісових плантацій і відновленні деградованих екосистем аборигенні види повинні мати перевагу перед видами-інтродуцентами для кращого збереження біорізноманіття. Інтродуценти можна використовувати лише тоді, коли їхні екологічні характеристики є вищими за характеристики аборигенних видів. Інтродуценти повинні знаходитися під ретельним контролем для своєчасного виявлення аномального відпаду, спалахів розвитку шкідливих комах або хвороб та інших негативних екологічних наслідків.

Розділ 2.3. Оцінка можливості збалансованого природокористування на основі моделей просторової організаці природи і суспільства

Оптимізаційні моделі організації простору. Проблема «вписання» людської діяльності в планетарний простір є чи не найдавнішою з часів активного освоєння людством поверхні планети. Але лише в останній чверті XX соліття до цієї проблеми додалися потужні екологічні наголоси. Будь-якій видозміні просторового «насичення» (проектування) людського оточення передує моделювання цього простору. Автори моделей просторової організації природи і суспільства намагаються врахувати максимальну кількість факторів і умов, «заглядаючи» в історичну ретроспективу. Власне, головною тенденцією просторової взаємодії природи і суспільства є постійне «ущільнення» географічного простороу під впливом господарської діяльності людини.

Необхідність адекватного просторового моделювання соціоприродної взаємодії обумовлена ще й зміною орієнтирів природокористування, особливо після поступової девальвації стратегії сталого розвитку. Зокрема, однією з головних методологічних помилок, припущених при розробці концепції екологічних мереж як практичного втілення ідеалів сталого розвитку є яскравий біоцентризм, який обумовив їхнє конструювання у якомусь віртуальному просторі, геть відірваному від реальної просторової організації суспільства. Насправді ж, побудова національної екологічної мережі як явища просторового не може бути здійсненна без «вписання» її в конкретну територію відповідно до певних моделей соціоприродної взаємодії.

Виходячи з логіки просторової динаміки людської популяції, можна виділити декілька ступенів просторового ущільнення (заповнення) географічного простору. Власне, ступінь ущільнення або густоти популяції, яка сьогодні *Homo Sapiens* вже перевищена, може бути «укладена» в царину історичної періодизації такого заповнення. Відтак, *ущільнення як динамічний процес* інтерпретується як одна з ознак *динамічної просторової моделі соціо-природної взаємодії.* Швидше за все, така модель такої взаємодії буде ідеальною, або тією, що описує кінцевий (часто недосягненний) стан тіла процесу або явища.

Більшість відомих на сьогодні просторових моделей *є ідеальними, чи константними моделями*, або тими, що окреслюють кінцевий стан процесу чи явища при його розвитку в ідеальних умовах. Такими є модель ізольованої держави І. Тюнена, модель центральних місць В. Кристалера, модель «ідеального материка» О. М. Рябчикова, модель поляризованого ландшафту Б. Б. Родомана, модель соціо-природної взаємодії О. Топчієва. Зазначений клас моделей можна об'єднати під загально назвою «*граничні моделі»*. «Граничність» виявляється в низці ознак, зокрема в обмеженості факторів розвитку. Так, в тюненівській моделі ізольованої держави за основу береться всього три фактори: ціна, відстань до ринку і земельна рента. Крім того, Іоганн фон Тюнен обмежив себе іншими передумовами розвитку сільського господарства в ізольованій державі.

Власне, «ідеальність» тюненівської моделі виходила з наступних авторських передумов: 1) існує «ізольована держава»; 2) центральне місто держави – єдиний ринок збуту; 3) це місто оточене однорідною рівниною, 4) ізольована держава обслуговується лише одним видом транспорту – гужовим; 5) рівнину заселяють фермери, які постачають місто; 6) фермери намагаються максимізувати свій прибуток, автоматично пристосовуючись до попиту на центральному ринку. Пізніше Тюнен вів додаткові умови в свою модель, що зробило її більш наближеною до дійсності: 1) судноплавну річку, що забезпечувала термінове перевезення вантажів, яке коштувало вдесятеро дешевше, ніж суходолом; 2) другий ринковий центр менший за розмірами, із власною торговельною зоною; 3) територіальні розбіжності у продуктивності сільського господарства на рівнині, що оточує центральне місто. Проте вони на зменшили «ідеальність» всієї моделі. В моделях інших авторів «ідеальність» мала прояв у таких ознаках:

- продовжувач теорії штандорту – А. Вебер у своїх розрахунках взяв до уваги лише три «орієнтації»: транспортну, робочу й агломерацію;

- автор теорії центральних місць В. Кристалер «ідеалізував» умови своєї моделі в напрямку досягнення найвищого ступеня ізотропності (однорідності) поверхні;

- автор теорії дифузії нововведень Т. Хегерстранд у своїх розрахунках свідомо відкинув будь-які інші види передачі інформації, крім особистого контакту;

- автор моделі поляризованого ландшафту Б. Родоман початково заклав у свою модель умову додержання правильних геометричних форм при конструюванні штучних ландшафтів;

- у свою теоретичну модель (картоїд) раціональної територіальної організації природокористування (системи «природа – суспільсвто») О. Г. Топчієв заклав ідеальне, на його думку,, просторове співвідношення між ділянками з різним типом функціонального використання землі.

Для пошуку оптимальних моделей просторової організації природокористування зупинимось на останній моделі, в якій творчо узагальнено попередній досвід побудови подібних моделей. Згідно з О. Г. Топчієвим, на сьогодні немає відповіді на питання, які типи територіальної організації найбільшою мірою сприяють тим або іншим типам природного середовища, забезпечуючи екологічну безпеку й ефективну економіку. Є окремі принципи, схеми, наробки, ідеї, які об'єднують поки що розрізнені фрагменти майбутньої картини.

В основі раціональної господарської організації території лежить пріорітетна вимога збереження природи в процесі її використання. Для того щоб правильно розчленувати природне середовище на ділянки різного господарського, в т. ч. і природоохоронного призначення, забезпечити екологічну безпеку, з одного боку, і виконання важливих господарських функцій – з іншого, необхідно відповісти, щонайменше, на такі запитання:

1) які господарські функції і в яких розмірах може забезпечити дане природне середовище;

2) яким має бути співвідношення територій різного функціонального призначення, яке забезпечувало б задовільний соціально-економічний розвиток регіону і не виходило б за межі припустимих господарських навантажень на природу;

3) якою має бути модель – малюнок і конфігурація – раціональної територіальної організації господарства, що відповідає попереднім умовам і вимогам.

На перше і друге питання певною мірою відповідає господарська практика розміщення окремих виробництв і галузей господарства і розселення людей. Правда, відлік при цьому здійснюється тільки з однієї сторони: чи невигідно або ж незручно, маючи на увазі, знов-таки, ступінь вигоди. Поза поля зору до недавніх пір залишалися питання граничних і позамежних господарських навантажень, що відповідають нормативам і регламентаціям. Поки екологічна ситуація залишається задовільною,

рівень господарського навантаження вважають припустимим. Так, наприклад, оцінюється наявне надмірне сільськогосподарське освоєння території України й особлива небезпека її позамежної розораності (частку ріллі в різних регіонах України необхідно скоротити на 5–10 %).

При відповіді на третє запитання важливо встановити просторову конфігурацію, мереживо взаємного розташування таких ділянок з різними господарськими функціями. І ця задача виявляється дуже складною. До основних елементів такого реального природно-господарського мережива насамперед належать ареали найбільшої концентрації населення, виробництва, інфраструктури. Територіальна концентрація господарства набуває просторових форм промислово-міських агломерацій, урбанізованих районів, транспортних полімагістралей. Вони утворять ядра, зони і смуги максимального господарського навантаження на природне середовище. На іншому полюсі господарської організації території знаходяться особливо охоронювані природні ділянки – заповідники, заказники, національні парки і т. п. Це так звані «природно-географічні вікна», покликані зберегти природні ландшафти.

Практично єдиною теоретичною (ідеальною) моделлю раціональної територіальної організації господарства (суспільства) є концепція «поляризованого ландшафту» чи ж «поляризованої біосфери» (Б. Б. Родоман, 1974) (рис.).

Згідно з О. Г. Топчієвим, неможливо зупинити соціально-економічний розвиток, згорнути виробництво і повернутися «назад до природи»; смертельно небезпечно і нарощувати сучасними темпами техногенний тиск на природу; залишається один шлях – частина природи підлягає максимальному використанню, а інша – максимально можливій консервації.

На нашу думку, в такому твердженні закладена передумова до наступної просторової ротації вказаних, відмінних за рівнем інтенсивності ділянок географічної оболонки. ТакожО. Г. Топчієв зазначає, що вкрай важливо, щоб ці «полярні» види використання території були надійно ізольовані одна від одної, адже будь-яке їхнє «контактування» загрожує екологічним вибухом, що нагадує замикання у високовольтних електричних мережах.

Відтак, згідно з природоохоронним підходом, просторова структура географічної оболонки повинна включати такі обов'язкові територіальні (просторові) елементи: 1) «вікна» чистої (заповідної, замовленої і т. п.) природи, що утворюють «ядра біосфери» – згустки непорушеної природи; 2) просторові ареали природного середовища, різною мірою зміненого і порушеного господарською діяльністю людини; 3) «природні коридори», що позв'язують розрізнені ареали природи в єдину біосферу, або ті, що забезпечують необхідну біосферну і біогеохімічну міграцію між ними;

4) біосферні бар'єри – ділянки природного середовища з украй обмеженим господарським використанням, що відіграють роль захисних буферних смуг між природними територіями, які особливо охороняються, і землями, що знаходяться в господарському обороті.

До головних принципів раціональної територіальної організації природного ландшафтного середовища О. Г. Топчієв відносить:

- необхідність максимального віддалення одна від одної ділянок заповідного і максимально антропогенно-техногенно навантаженого природного середовища;

- поступовість збільшення інтенсивності господарського використання природного середовища – від більш інтенсивних видів використання до менш інтенсивних, і навпаки.

Таким чином, можна говорити про принцип ешелонованої зміни видів господарської діяльності і відповідної просторової організації біосфери: 1) «вікна» чистої (заповідної, замовленої і т. п.) природи, що утворять «ядра біосфери» – згустки непорушеної природи; 2) просторові ареали природного середовища, різною мірою зміненого і порушеного господарською діяльністю людини; 3) «природні коридори», що пов'язують розрізнені ареали природи в єдину біосферу, тобто ті, що забезпечують необхідну біосферну і біогеохімічну міграцію між ними; 4) біосферні бар'єри – ділянки природного середовища з украй обмеженим господарським використанням, що відіграють роль захисних буферних смуг між природними територіями, що особливо охороняються, і землями, що знаходяться в господарському обігу.

Проте найбільш складним залишається питання про раціональне співвідношення основних видів використання території (природокористування), що повною мірою забезпечує збереження природно-ресурсного потенціалу території. Як уже зазначалося, у різних природних зонах таке співвідношення повинне бути різним. Але вже сьогодні очевидно, що біосферні полюси – вікна непорушеної природи й урбанізовані райони й агломерації – повинні бути в кожному регіоні достатньо збалансованими. Світова практика природокористування дає й інший орієнтир: ділянки природного середовища, що особливо охороняється, повинні займати не менш 10 % загальної території регіону.

Подібним чином конструюється теоретична модель територіальної організації населення і господарства. Її елементи: 1) економічні центри різних рівнів (рангів) і з різними господарськими функціями; 2) ареали окультуреного (антропогенного) ландшафту (у принципі необхідно розрізняти кілька ступеней – високий, середній, низький і т.п., антропогенно-техногенного перетворення ландшафту); 3) магістралі і полімагістралі, що формують транспортні і комунікаційні мережі й ті, що об'єднують економічні центри в єдину соціотехносферу.

У цьому випадку на передній план виходить проблема гарного транспортно-економічного зв'язку всього господарського комплексу, доступу головних економічних центрів, компактності землекористування і т. п. Господарська практика підтверджує вже згаданий принцип ешелонування у використанні природного середовища: землі, розташовані поблизу великих економічних центрів і головних магістралей, використовуються більш інтенсивно, ніж вилучені ділянки; як правило, зменшення такої інтенсивності природокористування відбувається поступово, за зонально-смуговим принципом. Рівень же господарського освоєння території і відповідного її антропогенно-техногенного навантаження має свою природну (природно-ландшафтну) межу. Тому особливо охоронювані природні ландшафти і території з малоінтенсивним господарським використанням повинні, як мінімум, «балансувати» урбанізовані і промислові райони і осередки.

Проблема вписання об'єктів екомережі в територіальну організацію суспільства. Як бачимо, у наведених побудовах розглядається лише принципова просторова конфігурація без будь-яких площинних нормативів і співвідношень. Але навіть при таких допущеннях виявляється вкрай складно поєднати ці дві «нероздільні» частини. Просте накладення двох розглянутих моделей нічого не дає. Як би ми не розташовували «вікна природи» і господарські ядра, залишається нерозв'язною завдання зберігання нерозірваними і господарські комунікації, і природні «коридори». Крім того, складно реалізувати на моделі принцип «максимального доступу» людини до природи: чим більше місто, тим більшим числом «шарів» і «смуг» сильно-, середньо- і слабо- порушеної природи воно відділене від природи.

Тому для «наближення» населення великих міст до природи і максимального зустрічного проникнення природи в міське середовище вже давно практикують «зіркоподібну» (як у моделі Б. Б. Родомана), радіально-секторну планувальну організацію великих міст: житлова і виробнича забудова «пролягає» від центрального ядра міста уздовж головних транспортних магістралей; при цьому в найбільш зручних місцях і на транспортних розв'язках можуть виникати великі міські масиви, мікрорайони, селища-спальні, містечка-супутники і т. п.

Природне ж середовище проникає всередину міської забудови по міжмагістральних секторах, формуючи лісопаркові масиви чи зелену зону власне міського середовища. Міська забудова променями, уздовж транспортних магістралей «просувається» в природне середовище, а природа зустрічними секторами вклинюється в міську межу. Чим глибше й грунтовніше таке «зачеплення» природного і міського середовища, тим більше здоровою за інших рівних умов буде соціально-економічна ситуація в місті. Проблему ж взаємного перетинання господарських комунікацій

і природних «коридорів» поки ще традиційно вирішують на користь перших: транспортні магістралі знову і знову перерізають живе природне середовище і створюють «бар'єри» і «пороги», що ускладнюють і порушують природні біогеохімічні цикли і кругообіги в природі[107].

Згідно з О. Г. Топчієвим, вимоги ідеальної моделі раціональної територіальної організації господарства такі:

1) полюса організації території – найбільші економічні центри і ділянки «чистої природи» – максимально дистанційовані (віддалені одне від одного на необхідну відстань);

2) господарське використання території є багатоступеневим залежно від рівня антропогенно-техногенного навантаження – від гранично навантаженого міського середовища найбільших міст і промислових агломерацій до ділянок заповідної природи;

3) господарська організація території повинна бути «ешелонованою», що забезпечує поступовий перехід від більш інтенсивних видів господарського використання простору до менш інтенсивних, і навпаки, і тією, що виключає безпосередні стики (сусідство) занадто контрастних за рівнем господарського навантаження видів використання території;

4) полюси територіальної організації господарства – міста й урбанізовані райони, з одного боку, і території, що особливо охороняються, – з іншого, як правило, повинні мати захисні буферні смуги: для міст – це зелені лісопаркові зони, для природних заповідників і заказників – землі з найменш інтенсивним господарським використанням.

При цьому захисні (буферні) ландшафтні смуги необхідні у всіх контактних зонах різноного природного середовища – моря і суші, рівнин і гір, пустель і сухих степів, тундри і тайги, лісового та гірничо-лугового (полонинного) ландшафтних поясів у горах і т. п.

5) принцип максимального взаємопроникнення «природної» природи й урбанізовано-індустріального середовища: він випливає з гранично припустимих норм концентрації і територіального зосередження населення і господарства і санітарно-гігієнічних нормативів оздоровлення міського (і урбанізовано-індустріального) середовища.

6) принцип позв’язності системи розселення і господарського комплексу, з одного боку, і просторової єдності та цілісності біосфери, і зокрема ландшафтного середовища, – з іншого.

Як бачимо, обов'язковими елементами раціональної територіальної організації системи «природа – суспільство» повинні бути біосферні бар'єри – буферні зони, що захищають вікна заповідної природи і центри й

---

[107]Формування національної екомережі [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.udau.edu.ua/media/elektronni-materiali/naukovi-statti/sonko-s.p/analiz-metodologichnix-pidxodiv-do-formuvannya-naczionalnoyi-ekologichnoyi-merezhi.html

осередки розселення, а також біосферні коридори, що забезпечують біосферну цілісність і позв'язаність природного середовища (міграції фауни і флори, біогеохімічні потоки і т. д.).

На представленому фрагменті ідеальної моделі (**рис.** .) проблема «природних коридорів» тільки позначена, але не вирішена. Особливим умовним знаком показані місця, де позначені такі «коридори» чи «переходи», які необхідні для збереження нормальних (чи хоча б мінімально необхідних) біосферних міграцій.

Обговорювана модель ідеальної територіальної організації є позамасштабною. Для того щоб установити реальні розміри ділянок із різним господарським використанням, їхню довжину і ширину, характерну конфігурацію (враховуючу, наприклад, розу вітрів) необхідно знати конкретну природно-соціально-економічну ситуацію, а також економічно обґрунтоване раціональне співвідношення різних функціонально-господарських зон і припустимі нормативи антропогенно-техногенного навантаження на територію.

Такі вимоги ідеальної територіальної організації певним чином задають її загальні контури, загальну конфігурацію. Б. Б. Родоман (1974), розробляючи ідеальну модель (**рис.** .), наголошував на однак головних особливостях просторової конфігурації: регулярній розосередженості основних економічних центрів, що наближається, як правило, до гексагональної решітки (принцип запозичений з теорії центральних місць), і зіркоподібному (радіально-секторному, променеподібному) характеру взаємного проникнення природного і міського середовища.

У спеціальній літературі вже є численні приклади природно-господарського районування – агроекологічного, гідромеліоративного, геолого-економічного, природно-сільськогосподарського, природно-рекреаційного, лісоекономічного й ін. Але загальні принципи природно-господарського районування території для цілей раціонального природокористування поки ще не розроблені. Певний крок у цьому напрямку – концепція природно-господарських систем, розроблена Г. І. Швебсом (1989).

Ідеальна просторова модель соціо-прирдної взаємодії. Попри те, що на сьогодні модель О. Г. Топчієва є більш наближеною до реалій природокористування, в ній є декілька дискусійних моментів. Перший пов'язаний з ядерно-периферійною просторовою структурою соціо-природної взаємодії, відбитій в «ешелонуванні» (від ядер до периферії) техносфери. Власне, принцип ешелонування початково закладає бар'єрну межу між суспільством і природою[108]. Такий підхід якнайкраще відбиває головний зміст і загальний напрямок сучасного антропоцентричного природокористування і дуже

[108] За словами самого О. Г. Топчієва, при контакті ділянок непорушеної природи і високоантропогенізованих ділянок виникає щось на зразок високовольтного електричного розряду.

нагадує сюжет відомого твору Г. Гаррісона «Неприборкана планента». І дійсно, при такому сепаративному (антагоністично-антропоцентристському) підході про співтворчість, співпрацю, коеволюцію годі й казати.

Другий момент, який спонукає до подальших роздумів, ієрархічний рівень постановки задачі. Переважна більшість розроблених на сьогодні концепцій соціоприродної взаємодії (природокористування) охоплює мезо- та мікропросторовий рівні дослідження, що саме по собі є намаганням максимально формалізувати цю взаємодію і виробити відповідні обмежуючі критерії. Проте загальна логіка і генеральний напрямок процесу взаємодії, а точніше, його внутрішній зміст, знаходяться поза увагою зазначених вище концепцій. Швидше за все, головна логіка сучасного природокористування формується на макропросторовому рівні. І лише експонувавши загальні тенденції соціоприродної взаємодії на мезо- та мікропросторовий рівні, можливе досягнення відомого гасла Ріо-де-Жанейро: «Думай глобально, дій локально!»

Третій дискусійний момент пов'язаний з еволюційною динамікою соціоприродної взаємодії, яка в існуючих концепціях майже не враховується. Тобто за «початковий» береться вже здійсненний стан цієї взаємодії (одномоментний просторово-часовий зріз), і вже від нього розраховуються пропорції, показники, критерії. Натомість, поза увагою залишається головне питання: як, в результаті якого процесу людство змогло так докорінно втрутитись в природні екосистеми?

Концепція ноосферних екосистем, стисло викладена в попередньому розділі, дає відповідь і на це питання. Власне, така просторова еволюція формування сучасної екологічної ніші людини наведена на рис. (**рис.**).

Кінцевим підсумком просторвої еволюції людини у біосфері планети є концептуальна логіко-просторова ідеальна (гранична) динамічна модель соціоприродної взаємодії. В основу формування матеріально-речовинних і інформаційних потоків цієї взаємодії покладено екосистемну динаміку, яка втілюється у відповідних просторових процесах. Крім того, вказана взаємодія розглядається з позицій ретроспективної інтерполяції просторового розвитку популяції *Homo Sapiens*.

Під час аналізу рисунків (**рис. - рис.**) виникає просторова аналогія з теорією центральних місць В. Кристалера та її подальшою модифікацією Льоша-Ізарда. Так, при умовному накладенні кристалерівської правильної решітки на рисунок (**(в)**) (у випадку ізотропної поверхні), бачимо, що наближення географічного простору до стану ізотропного найбільше відбувається в добу формування стаціонарних поселень або тоді, коли системі розселення ще не була притаманна просторова ієрархія.

Натомість, пізніше, під час формування полів впливу «світових міст» географічний простір завдяки цьому впливу стає анізотропним, що, влас-

не, і відбито в схемі Льоша-Ізарда. Для наочності таких порівнянь було зроблено графічне накладення вказаних просторових схем (рис. 4.3.6).

Варто зауважити, що на класичній схемі (Ізард, 1966) просторова спотвореність відбита зміною форми початково правильних шестикутників в бік форми, витягнутої вздовж головних вісей, що описують поле впливу великого міста. Відтак, анізотропність географічного простору в сучасну добу є результатом «відтягування» великими (що поступово стають світовими) містами на себе речовинно-енергетичних потоків і кількісно більшої частини всієї популяції. Так, на інших рисунках таке співвідношення показане незрівнянно більшою кількістю особин *Homo Sapiens* в містах порівняно з сільською місцевістю, що їх оточує.

Наступний крок аналізу пов'язаний з узгодженням досліджених вище тенденцій просторової динаміки виду *Homo Sapiens* і сучасних уявлень про «ідеальну» просторову організацію природи і суспільства. На рис. 4.3.1. показана теоретична модель (картоїд) раціональної територіальної організації природокористування системи «природа – суспільство» (за О. Г. Топчієвим).

Як бачимо, головні компоненти (складові частини) позначені на цьому і на авторських малюнках, майже збігаються. І в тій і в іншій моделі окремий просторовий статус мають урбальні руральні та комунікативні елементи територіальної структури. Виняток становить хіба що відсутність заповідних територій на авторській схемі і відсутність позначень окремих особин *Homo Sapiens* та їхніх угруповань в теоретичній моделі О. Г. Топчієва.

Такі розбіжності пояснюються основною відмінністю авторської моделі, в якій описується генеральний напрямок трансформації географічного простору видом *Homo Sapiens* в процесі еволюції його просторової динаміки, який відповідає розвитку соціоприродних систем у напрямку досягнення ноосферного стану. При цьому сучасний стан цієї динаміки, що простежується в історичній ретроспективі характеризується постійним ущільненням географічного простору і розширенням полів впливу світових міст. Паралельно з цими процесами відбувається процес спотворення географічного простору порівняно з інваріантом, зокрема завдяки просторовим інверсіям (Сонько 2003). Прямим і головним наслідком цих інверсій є поглиблювана від'ємність природокористування, або виникнення і загострення так званої «екологічної проблеми».

Крім того, відбувається перерозподіл кількості та просторової локалізації всієї популяції, який характеризується поглибленням диспропорцій між кількістю населення великих міст і відповідним збезлюдненням сільської місцевості (Важенин, 2002). Просторовий розвиток екосистеми

людини відбувається в трьох самостійно відгалужених, проте взаємозалежних формах: агроекосистеми, урбоекосистеми, інфраекосистеми.

На аналізованих вище моделях відбитий напрямок розвитку соціоприродних систем із заздалегідь погодженим антропоцентристським природокористуванням. Головна позитивна риса пропонованої моделі полягає в тому, що в ній не розділяються (як просторово, так і змістовно) природа і суспільство в процесі взаємодії у всіх її проявах, навіть якщо вони виникли на різних просторових рівнях. Головне теоретичне положення при такому підході виглядає так: взаємодія здійснюється постійно і всюди і намагання розвести в часі і просторі головних учасників цієї взаємодії (природу і суспільство) протирічить головним її тенденціям.

Можливим шляхом узгодження такого взаємного розвитку (гармонізації) може бути просторова ротація функцій агро- та урбоекосистем при збереженні існуючих функцій інфраекосистем. Таку свідому (підвладну людині) ротацію слід починати при досягненні великим мегаполісом, в центрі якого лежить місто зі світовими функціями, такого стану, що відповідає ролі абсолютного деструктора біосфери. Цьому кроку повинні передувати дослідження існуючої системи розселення для відповідного визначення рівня впливу окремих міст і міських агломерацій на своє ближнє і дальнє оточення. Показники такого впливу були розглянуті **в частині І.**

Відтак, запропонована О. Г. Топчієвим ешелонованість логічно перетворюється на чередування, зазначене на рис. 4.3.7. Як бачимо, просторова ротація втілюється в двох взаємозалежних процесах: з одного боку, збільшення загальної площі агроекосистем із відповідним збільшенням загальної кількості сільського населення, з іншого – зменшення загальної кількості населення великих міст із відповідним свідомим «гасінням» їхніх світових функцій[109].

Насправді просторова ротація агро- та урбоекосистем при зваженому підході може бути цілком реально здійсненною. За результатами проведених нами соціологічних досліджень, невикористаний потенціал (у вигляді бажаючих змінити міський образ життя на сільський) розвитку фермерства в Україні зосереджений саме в містах. Опитування показали, що до 5 % населення, що мешкає в містах, могли б безболісно і навіть із задоволенням пересилитись у сільську місцевість в межах приміської зони.

Крім того, осередками «відтягування» значної кількості населення в сільську місцевість могли б стати ділянки слабозміненої природи, на

[109] Варто зауважити, що спроби свідомого «гасіння» або розвитку світових функцій окремих великих міст сьогодні мають місце, незважаючи на зовсім інший контекст. Так, наприклад, визначення МОК черги для міст-центрів майбутньої олімпіади значно підвищує ранг пропонованих міст. З іншого боку, введення ООН або іншими організаціями (чи країнами) економічних санкцій проти окремої країни відповідно понижують ранг її головних міст.

яких (за К. Доксіадісом) рекреаційні функції гармонійно би сполучались з аграрними. Відтак, у відповідь на створення поза межами великих міст технологічних зон, технопарків, технополісів необхідно (за державної підтримки) створювати ерголандшафтні зони, агрорекреаційні парки, дендро- та акваполіси[110].

Як бачимо зі схеми, ці форми природокористування розташовані в безпосередній близькості від осередків урбанізації і виконують роль «вбирачів» та «адаптерів» окремих особин *Homo Urbanicus*. На периферію впливу урбоекосистем винесена змістовно більш складна просторова динаміка цього виду. Завдяки отриманню навичок адаптованого природокористування тут поступово утворюється нова континуально-дисперсна форма розселення у вигляді поселень, подібних до хуторів (А. Чаянов), або ферм (ранчо). При цьому формування гексагональної решітки, показаної в моделі, зовсім не обов'язкове. Принаймні, ця решітка є кінцевим (граничним) станом всієї системи.

Проте варто зауважити, що головною визначною рисою цієї моделі є та, що на відміну від розглянутих раніше модифікованих моделей Кристалера–Льоша–Ізарда в пропонованій моделі найбільша дисперсність виноситься на периферію (у біосферні вікна за О. Г. Топчієвим), що в цілому відповідає такому стану динаміки популяції, який спостеріггається в інших видів у живій природі. При цьому дуже реальним вважається визначення ареалу помешкання однієї особини *Homo Sapiens*. Модифікації просторових зв'язків у пропонованій моделі можуть бути найрізноманітнішими, однак головний напрямок взаємодії природи і суспільства докорінно *змінюється з антропоцентричного на адаптований.*

При зваженому підході принципи, закладені в зазначену модель, повинні змінити напрямки роботи, а особливо – фінансування всесвітніх організацій, на зразок Всесвітнього банку реконструкції і розвитку, Всесвітньої організації торгівлі, ЮНЕСКО та інших. Кошти від цих організацій, що вкладуються в «чорну діру» економік «нерозвинутих» країн, повинні бути диверсифіковані в бік перерозподілу екологічних ресурсів завдяки побудові нових просторових пропорцій передусім між площами агро- та урбоекосистем.

[110] Теоретична і практична розробка змісту і просторового насичення пропонованих осередків дезурбанізації – справа найближчого майбутнього, хоча вже сьогодні зазначені аналоги осередків дезурбанізації, представлені у вигляді екопоселень.

ЧАСТИНА 3

ШЛЯХИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Тут мішаний посів, посів міжрядний
Усюди є, а логіка проста –
Поки одна дає врожай нам ладний,
Культура інша у міжряддях підроста.
Щоб вижить так, тож скільки треба знати!
Коли садить, полоть чи поливать,
І до Природи всім на «Ви» звертатись.
І накінець, Людиною в ній стать!
(Сонько С. П. Поетична геоекологія).

Останнім бажанням авторів при написання цієї частини не було паразитувати на загостренні глобальної екологічної проблеми, пов'язуючи її зі зростанням кількості населення Землі та проголошуючи радикальні гасла на зразок «Вирощування просапних культур спричиняє ерозію ґрунтів!», чи «Треба заборонити атомну енергетику!». Над цим вже серйозно попрацювли Т. Р. Мальтус і його послідовники – алармісти від «Green Pease». Варто погодитись, що ця проблема загострюється і треба шукати реальні шляхи послаблення тиску людської популяції на екосистеми планети. Найкраще з цим завданням має впоратись сільське господарство, яке за своєю специфікою знаходиться найближче до тих самих природних екосистем. А отже, саме на нього покладається відповідальність за збереження стійкості останніх.

Розділ 3.1. Сільське господарство та його екологічна оцінка

Метою розвитку екологічних досліджень в сільському господарстві повинні стати пошуки відповіді на головне запитання природокористування: «Чи можливе подальше нарощування виробництва сільськогосподарської продукції без порушення стійкості природних екосистем?» В зв'язку з цим виникає низка наступних запитань: які екосистеми вважати природними, які напівприродними, які штучними, або агроекосистемами? Які існують шляхи наближення до «природності»?

Ці питання є важливими також з позицій сучасної класифікації екологічних наук. Зокрема, можна провести умовну межу, до якої всі природні екосистеми в процесі господарської діяльності людини ще залишають у собі ознаки «природності» і після якої йде докорінне порушення їхніх природних властивостей аж до перетворення на техногенні ландшафти. Власне, до цієї межі можна «розмістити» екологічні науки, які ще «погоджуються» упорядкувати відносини у соціоприродних системах з позицій примату природи: біоекологія, агроекологія, геоекологія, ландшафтна екологія. Після цієї межі треба «розмістити» науки, які переконують усіх в можливості існування штучного техногенного середовища і відстоюють примат людської популяції у складних взаємовідносинах людини і природи: техноекологія, урбоекологія, економіка природокористування. Десь між ними знаходяться неоекологія, ноосферологія, соціоекологія, усі моніторингові дисципліни, екоаудит та екоменеджмент. Саме вони, залежно від поставленого завдання, можуть закласти у предмет своїх досліджень як примат природи, так і примат людини.

Виходячи з важливості збереження стійкості природних екосистем, є можливим окреслення кола фундаментальних досліджень сучасної агроекології.

1. Сучасне тлумачення агросфери як однієї зі сфер планети (поруч із гідросферою, атмосферою, літосферою, техносферою та ін.) несправедливо звужене, механістичне і недолуге. З екосистемних позицій – агросфера являє собою модифіковану екологічну нішу людської популяції, складається з агроекосистем, які в свою чергу мають певну еволюцію (Сонько, 1990–2013). Головним завданням агроекології повинне стати наближення механізмів природокористування у сільському господарстві до природних аналогів. Звідси логічно похідними є дослідження зі збереження біорізноманіття, яке, власне, і сприяє гомеостазу природних екосистем. І далі, повертаючись у практичну площину, необхідно впровадження екоконверсійних галузей – органічного (біологічного) рослинництва, біологічної утилізації органіки (біогаз, вермикультура), відродження вітчизняного фермерства на підґрунті власності на землю, розвиток соціально спрямованих галузей у сільській місцевості та ін.

2. «Землеробство має бути енергоощадним, малозатратним і ґрунтозахисним!» Немає сумніву, що головні цілі землеробства благородні й відповідають загальнолюдським цінностям гармонізації взаємовідносин між людиною та природою. Але намагання пропагувати і впроваджувати різні напрями так званого альтернативного землеробства, докорінно не змінюючи від'ємний речовинно-енергетичний баланс в агроекосистемах, – самообман і окозамилювання. Сьогодні в світовому землеробстві розробляють, вивчають і впроваджують кілька напрямів альтернативного земле-

робства: *органічне землеробство (Organic Farming); біодинамічне землеробство (Biodynamic Agriculture); біоінтенсивне міні-землеробство (Biointensive Mini-Farming); маловитратне стале землеробство (LISA-LOW Input Sustainable Agriculture); ЕМ-землеробство (ЕМ-ефективні мікроорганізми); екологічне землеробство (Ecological Farming).*

Розвиток згаданих систем і технологій землеробства вже не виконує традиційне завдання забезпечення населення продуктами харчування, а, швидше, забезпечення якісними продуктами харчування, позначеними модним словом «екологічні». Проте варто підкреслити, що головною спільною рисою перелічених систем землеробства є зниження товарності. Тобто мінімалізація обробітку ґрунту, введення мішаного посіву, відновлення природних фітоценозів на ріллі і таке інше знижує ефективність таких систем землеробства на 15–20 %. А це означає, що держави, які це собі можуть дозволити, свідомо дотують аграрну галузь, а отже, пресинг на природні екосистеми переноситься з території розвинутих країн у ті, що розвиваються (бо потреби у продовольстві лише зростають). При цьому технології на зразок No-Till пропагуються і на наших теренах, оскільки ведуть до значної інтенсифікації землеробства, а отже, швидше виснажують природні екосистеми. Такий собі принцип Ле-Шательє (компенсації, пасток для простору та часу) у планетарному масштабі.

3. Вирішення більшості екологічних проблем сільського господарства прямо або побічно пов'язане з використанням земель. Ця теза не нова і може здатися занадто примітивною, але для такого твердження є певні підстави. Сьогодні нікого не треба переконувати, що природна родючість ґрунтів, яку пов'язують із вмістом гумусу, впродовж якихось 100–150 років знизилась більше ніж вдвічі. Тобто це загальносвітова тенденція, викликана інтенсифікацією землеробства. А отже, на загальному тлі великих площ порушених земель є такі ділянки, які постраждали найбільше і сьогодні майже не придатні для подальшого використання, бо наближаються до стану бед-лендів[111]. Якщо умовно такі ділянки об'єднати, то до них можна застосувати будь-які відновні заходи, аж до консервації. Відтак, якщо до видів використання земель, прийнятих нині (рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження, селбищні території, землі земельного запасу, держлісфонд та ін.), додати вид «землі, які втратили природну родючість», то тоді можна до землекористування застосовувати принцип ротації, який прийнятий у сівозмінах. Зокрема, згрупувати усі землі за головною ознакою – ті, які вже не можуть давати врожаї без до-

[111] Бед-ленд – від англ.«пагані землі», ті, що остаточно втратили природну родючість, або ж ті, що залишились у багатьох районах США та Канади після надмірної інтенсифікації землеробства на початку XX століття.

даткових енергетичних субсидій, і ті, які ще можуть це робити. З відповідними класами і проміжними підкласами.

Найцікавіше те, що подібний підхід не протирічить, а добре сполучається з прийнятою у країнах Європи стратегією сталого розвитку, яка побудована на створенні екологічної мережі. Саме виконанню цієї мети має сприяти Закон України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки», в якому законодавчо затверджується програма реалізації севільської стратегії на національному рівні. Для збільшення площі національної екологічної мережі Законом передбачається здійснення таких заходів:

1) створення об'єктів природно-заповідного фонду на територіях, що відповідають умовам забезпечення охорони природних комплексів;

2) збільшення площі земель, наданих у користування установам природно-заповідного фонду, з 0,5 до 2 млн гектарів;

3) збереження природних ландшафтів на ділянках, що мають історико-культурну цінність;

4) включення до програм екологічного оздоровлення басейнів річок Сіверського Дінця, Південного Бугу, Дністра, Дунаю, Західного Бугу заходів щодо створення та впорядкування водоохоронних зон і прибережних захисних смуг водних об'єктів, запровадження особливого режиму використання земель на ділянках витоку річок;

5) формування транскордонних природоохоронних територій міжнародного значення;

6) створення захисних лісових насаджень та полезахисних лісових смуг, залуження земель;

7) консервація деградованих і забруднених земель з наступним їх частковим заліснення;

8) збереження природних ландшафтів на землях промисловості, транспорту, зв'язку, оборони;

9) екологічно доцільне збільшення площі лісів.

Якщо ж іти ще далі і встановити найбільш загальні форми землекористування, які склались впродовж розвитку людської цивілізації (сільськогосподарські землі, поселення, шляхи сполучення), то застосовуючи до них принцип просторової ротації можна сподіватись на ренатуралізацію природних екосистем. Власне, такі заходи пропонував ще на початку XX століття відомий вчений-аграрник О. В. Чаянов[112].

3.1.1. Екологічні чинники та екологічні

[112] Основи концепції дезурбанізації відомий економіст-аграрник А. В. Чаянов виклав у художньому творі «Путешествие моего брата Алексея в страну крестьянской утопии». Сталінський режим звинуватив його в куркульщині і він був репресований.

закони в агроекосистемах

Екологічні чинники агроекосистем близькі до екологічних чинників природних екосистем, оскільки сільське господарство набагато ближче до природи, ніж інші галузі господарської діяльності людини.

Вони поділяються за їх походженням, характером дії на живі системи, іншими ознаками. *За часом виникнення* екологічні чинники поділяють на три групи: *еволюційні, історичні та діючі*. *Еволюційний чинник* – це чинник середовища, що впливає на організми, популяції, біоценози, екологічні системи, в тому числі й на біосферу, а також який існує з часу виникнення рослинних і тваринних організмів та озонового шару. *Історичний чинник*, на відміну від еволюційного, є результатом історичного розвитку людства, його господарської діяльності[113]. *Діючий чинник* – це сучасний екологічний чинник, зокрема меліорація земель, що забезпечує розвиток високопродуктивного рослинництва, тваринництва та інших галузей.

Екологічні чинники поділяють також на *періодичні і неперіодичні*. *Періодичні чинники* є циклічно змінними. Це, наприклад, періодичні зміни умов середовища зі зміною пір року. *Неперіодичні чинники* середовища виникають раптово, наприклад дощ, град, буревій.

За черговістю виникнення екологічні чинники поділяють на *первинні і вторинні*. Первинні є вихідними, вторинні – їхніми наслідками[114].

За походженням розрізняють чинники *космічні, абіотичні, біотичні, безживні, антропогенні, антропічні та природно-антропогенні.*

Космічні чинники мають космічне походження. До них належать потік космічного пилу, космічні поля, промені Сонця та ін. Дуже важливим для функціонування агроекосистем є такий чинник, як сонячна радіація, що слугує джерелом енергії, яку рослини використовують у процесі фотосинтезу. Рослинництво можна розглядати як систему заходів щодо інтенсифікації фотосинтезу культурних рослин.

Абіотичні чинники – це чинники неживої природи. В наземних екосистемах такими є: кліматичні – світло, тепло, повітря (його склад і рух), волога (в тому числі опади в різних формах, вологість повітря і ґрунту та ін.); едафічні (ґрунтові) – гранулометричний і хімічний склад ґрунтів, їх

[113] Зокрема, усі антропогенні компоненти аграрних ландшафтів (поля, сади, культурні пасовища, та ін.) – екологічні чинники, пов'язані з сільськогосподарською діяльністю людей впродовж історичного часу.

[114] Так, формування степових, лісостепових, поліських біоценозів зумовлене особливостями кліматичних умов того чи іншого регіону України. Клімат, у свою чергу, залежить від кількості сонячної радіації, форми Землі, швидкості її обертання навколо власної осі і навколо Сонця.

фізичні властивості; орографічні – умови рельєфу. На водяні організми впливає комплекс гідрологічних чинників (гідрофізичні, гідрохімічні)[115].

Біотичний чинник – сукупність впливів життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших, а також на абіотичне середовище їх існування[116].

Фітогенні чинники – це вплив рослин (як прямий, так і побічний) на середовище. Прямим впливом є механічні контакти, симбіоз, паразитизм, алелопатія тощо[117].

Зоогенні чинники – це вплив тварин (поїдання, витоптування, інші механічні впливи, запилення, розповсюдження насіння тощо) на середовище. Їх можна використовувати для біологічного захисту рослин[118].

Мікробогенні чинники – це вплив мікроорганізмів і грибів (наприклад, паразитизм) на середовище. Мікроорганізми (бактерії та гриби) впливають на ризосферу й патогенні організми[119].

Антропогенні чинники відбивають вплив діяльності людини на навколишнє середовище. З їхньою дією пов'язане знищення продуктів еволюції – багатьох видів рослин і тварин, дуже складних систем їх сумісного існування – біоценозів. Руйнування конкретних екосистем найчастіше зумовлене безпосереднім впливом на них (пожежі, різкі зміни ґрунтового покрову і водного режиму, забруднення різними техногенними речовинами); змінами, пов'язаними з постійним вилученням фіто- і зоомаси, особливо в агроекосистемах, без компенсації їх втрат; антроподинамічними змінами; докорінними перетвореннями природних екосистем на агроекосистеми.

За характером дії екологічні чинники поділяють на *інформаційні, речовино-енергетичні, фізичні, хімічні та комплексні.*

---

[115] Абіотичні чинники можуть діяти на організм прямо і побічно. Наприклад, температура середовища, що діє на організми рослин або тварин безпосередньо, визначає їх тепловий баланс, перебіг у них фізіологічних процесів. Разом з тим температура як абіотичний чинник може здійснювати на них і космічний вплив.

[116] Кожен організм постійно піддається прямому або побічному впливу інших істот, вступає в зв'язок із представниками свого та інших видів – рослинами, тваринами, мікроорганізмами, – залежить від них і сам на них діє. На основі цього і виділяють біотичні чинники.

[117] Наприклад, в агроценозах повитиця польова паразитує на конюшині, люцерні, виці та інших рослинах.

[118] Наприклад, відомого яйцепаразита трихограму застосовують для боротьби з капустяною, озимою та іншими совками, кукурудзяним метеликом, гороховою плодожеркою; таких ентомофагів, як інтродуковані хижі комахи подізус і перилюс, – проти яйцевідкладань і личинок колорадського жука на картоплі і баклажанах.

[119] Зміна мікробонаселення ризосфери відбивається на живленні рослин, на їх стійкості до бактеріальних або інфекційних уражень. Одна вища рослина може бути проміжним хазяїном патогенного мікроорганізму, який спричиняє захворювання іншої рослини. Наприклад, деякі види молочаїв є проміжним хазяїном іржі гороху (в суїдіальній стадії), тому наявність у посівах гороху молочаю небезпечна.

Під *інформаційними чинниками* розуміють зовнішні сигнали, які діють на організми набагато сильніше, ніж потік речовини та енергії, що переноситься. Деяка життєво важлива для рослин і тварин інформація надходить без будь-яких затрат енергії (наприклад, інформація про періодичні зміни тривалості дня і ночі).

Речовино-енергетичні чинники характеризуються більш чи менш вираженою відповідністю масштабів перенесення речовини й енергії та ступеня прояву відповідної реакції об'єкта дії (організму, популяції, біоценозу).

Серед *фізичних чинників* найбільше значення мають геофізичні і термічні, серед хімічних – засоленість і кислотність, серед комплексних – кліматичний, географічний, системотворний.

За умовами дії екологічні чинники поділяють на *залежні та незалежні від щільності популяцій.* Переущільнення популяцій призводить до посилення конкуренції, рослини і тварини можуть негативно впливати одні на одних. Встановлено, що під дією конкурентів ріст особини (рослини чи тварини) гальмується або навіть припиняється. Конкуренція може стати причиною загибелі рослин і тварин. До екологічних чинників, які не залежать від щільності популяції, належать сила гравітації, атмосферний тиск, інші компоненти середовища.

За об'єктом впливу екологічні чинники поділяють на *індивідуальні, групові, отологічні, соціально-психологічні, соціально-економічні, видові* (в тому числі життя людини та суспільства). *Індивідуальні чинники* діють на індивідуум (особину), *групові* – на групу рослин або тварин (популяцію, біоценоз), *отологічні* – відбивають характер дії на організм певних реакцій тварин, наприклад самиць на самців, самиць на дітей; *соціальні* – вплив суспільства на людину і лише частково – на свійських тварин, комах, наприклад бджіл; *соціально-психологічні, соціально-економічні чинники* – екологічні взаємовідносини в людському суспільстві.

За ступенем впливу екологічні чинники поділяють на *екстремальні, неспокійні, мутагенні, тератогенні, летальні, лімітуючі.* Під *екстремальними* розуміють чинники середовища, що створюють несприятливі умови для росту, розвитку та розмноження рослин і тварин. *Неспокійні* чинники безпосереднього фізико-хімічного впливу на організм не здійснюють, проте вони не є індиферентними, оскільки під їхньою дією стан організму змінюється. Наприклад, сильний шум на фермі непокоїть тварин, знижується продуктивність лактуючих тварин, кури можуть захворіти (шумова істерика). *Мутаційні* чинники середовища спричиняють мутації, *тератогенні* – тератогенез[120], *летальні* – зумовлюють загибель тварин і рослин,

[120] Тератогенез (від грецьк. *teratos* – потвора, урод), формування аномалій і каліцтв у рослин, тварин, людини в результаті порушень процесу ембріонального розвитку, обумовлених як

лімітуючі – обмежують розмноження і поширення організмів. Обмежувальний вплив мають найрізноманітніші екологічні чинники – нестача або надлишок елементів живлення, води, тепла тощо.

До *життєво необхідних* екологічних чинників належить: сонячне світло, тепло, вода та волога, склад повітря, рух повітряних мас, геохімія ґрунтів, біогенні чинники (взаємозв'язки і взаємовідносини між організмами), антропогенні чинники, інформація.

Як екологічним чинникам агроекосистемам найбільшою мірою притаманна динаміка природних екосистем, саме тому *закони розвитку агроекосистем розглядаються саме у контексті загальноекологічних законів.*

Закони екології, які прямо і безпосередньо обумовлюють розвиток агроекосистем, поділяють на такі групи: *структурні, міжсистемні, функціональні, енергетичні, еволюційні.*

І. Структурні закони.

1.1. Закон фізико-хімічної єдності живої речовини – вся жива речовина Землі фізико-хімічно єдина; шкідливе для однієї частини або виду шкідливе і для іншої.

ІІ. Міжсистемні закони.

2.1. Закон зниження енергетичної ефективності природокористування. З плином історичного часу при отриманні з природних систем корисної продукції на її одиницю в середньому витрачається дедалі більше енергії.

2.2. Закон прагнення до зростання родючості – врожайності. Агротехнічні та інші прогресивні прийоми ведення сільського господарства, що впроваджуються в практику землеробства, спрямовуються на збільшення урожайності полів.

2.3. Правило міри перетворення природних систем. Під час експлуатації природних систем не можна переходити меж, що дають цим системам змогу зберігати властивість самопідтримання і зазвичай пов'язані з помітною зміною систем трьох рівнів ієрархії (нижчого, такого самого і вищого)[121].

2.4. Правило інтегрального ресурсу. Галузі господарства, що конкурують у сфері використання конкретних природних систем, завдають тим більшої шкоди одна одній, чим значніше вони змінюють екологічний компонент, який спільно експлуатується, або всю екосистему загалом.

генетичними факторами, так і несприятливим впливом на плід, напр., внутрішньоутробної інфекції.

[121] Господарського впливу зазнає не тільки та система, на яку він спрямований, а й надсистеми, що намагаються нівелювати зміни. У зв'язку з цим, витрати на перетворення природи ніколи не обмежуються лише вкладами в безпосередньо заплановані впливи. Вторинна екологічна рівновага, як правило, стійкіша за первинну, але потенційний «запас перетворення» при цьому скорочується.

2.5. Принцип ієрархічної організації. Будь-яка біологічна система складається з ієрархічно розміщених підсистем. З ускладненням структури (переходом від нижчого ієрархічного рівня до вищого) формуються додаткові (унікальні) властивості.

2.6. Принцип природності. Технічні системи керування природою з часом потребують дедалі більшого вкладання засобів аж до нераціональності їх підтримання, і тому природні («м'які») форми керування в кінцевому підсумку завжди ефективніші за технічні («жорсткі»).

2.7. Принцип оманливого добробуту. Перші успіхи або невдачі в природокористуванні можуть бути оманливими: успіх заходу щодо перетворення або керування природою об'єктивно оцінюється лише після з'ясування ходу і результатів природних ланцюгових реакцій у межах природного циклу (декілька років).

2.8. Принцип віддаленості події. Явище, віддалене в часі і просторі, здається менш істотним.

2.9. Принцип неповноти інформації (невизначеності). Інформація при проведенні акцій щодо перетворення природи завжди недостатня для апріорного судження про всі можливі результати заходів, що вживаються.

III. Функціональні закони.

3.1. Закон розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища. Будь-яка природна система може розвиватися тільки за рахунок використання матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей навколишнього середовища[122].

3.2. Закони Дансеро.

3.2.1. Закон оборотності біосфери. Біосфера після припинення впливу на її компоненти антропогенних чинників обов'язково намагається повернути втрачені позиції, тобто зберегти і відновити свою екологічну рівновагу та стійкість.

3.2.2. Закон зворотного зв'язку взаємодії людина – біосфера». Будь-яка зміна в природному середовищі, спричинена господарською діяльністю людини, має небажані наслідки для людини.

3.2.3. Закон незворотності взаємодії «людина – біосфера». Частина відновлюваних природних ресурсів може стати невідновлюваною, якщо людина своїми нераціональними заходами унеможливить їх відновлення.

3.3. Закони Бауера.

---

[122] Абсолютно безвідходне виробництво неможливе. Першим етапом розвитку технологій має бути їх низька ресурсоємність (на вході і виході), другим – створення циклічності виробництв (відходи одних можуть слугувати сировиною для інших), третім – організація продуманого депонування (поховання) відходів і нейтралізація неминучих енергетичних відходів. Будь-яка високоорганізована біотична система, середовище життя становить потенційну загрозу для низькоорганізованих систем. Вплив людини на природу потребує заходів щодо його нейтралізації.

3.3.1. Розвиток біологічних систем – результат збільшення ефекту зовнішньої роботи біосистеми у відповідь на отриману із зовнішнього середовища одиницю енергії.

3.3.2. Біосистеми мають самовідновлюватись, оскільки вони постійно виконують роботу і руйнуються. Внаслідок самовідновлення біосистеми зберігають відносно середовища мешкання антиентропійний стан.

3.4. Закон максимізації енергії. У суперництві з іншими системами виживає (зберігається) та з них, яка найкраще сприяє надходженню енергії та використовує максимальну її кількість найефективнішим способом.

3.5. Закон рівноцінності всіх умов життя. Усі природні умови середовища, необхідні для життя, відіграють рівноцінну роль.

3.6. Закон сукупної дії природних чинників. Величина врожаю залежить не від окремих, навіть лімітувальних чинників, а від усієї системної сукупності екологічних чинників одночасно. Коефіцієнт дії кожного чинника різний і може бути обчислений.

3.7. Закон мінімуму. Витривалість організму визначається найслабкішою ланкою в ланцюзі його екологічних потреб. Організм певною мірою здатний замінити дефіцитний чинник на інший функціонально близький.

3.8. Закон неоднозначної дії чинників. Кожен екологічний чинник неоднаково впливає на різні функції організму; оптимум для одних процесів може бути песимумом для інших.

3.9. Закон толерантності Шелфорда. Лімітувальним чинником організму (популяції, виду) може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає величину витривалості (толерантності) організму даного виду. Він визначає і положення, за яким будь-який надлишок речовини чи енергії стає забрудником середовища.

3.10. Закон фазових реакцій (екологічної токсикології). Малі концентрації токсиканта діють на організм у напрямі підсилення його функцій (стимуляція), високі – у напрямі пригнічення (інгібування), ще вищі – призводять до смерті організму.

3.11. Закон оптимальності. Із найбільшою ефективністю будь-яка система функціонує в деяких просторово-часових межах. Необхідний пошук найкращих з погляду продуктивності розмірів сільськогосподарських полів, рослин, тварин.

3.12. Закон послідовності проходження фаз розвитку. Фази розвитку природної системи можуть іти лише в еволюційно встановленому порядку – від простого до складного.

3.13. Правило оптимальної компонентної додатковості. Жодна екосистема не може самостійно існувати за штучно створеного значного надлишку або нестачі одного з екологічних компонентів.

3.14. Закон збіднення різнорідної живої речовини в острівних згущеннях. Індивідуальна система, що працює в середовищі з рівнем організації, нижчим, ніж рівень самої системи, приречена і, поступово втрачаючи свою структуру, через деякий час розчиняється в навколишньому середовищі.

3.15. Правило обов'язковості заповнення екологічної ніші. Ніша, яка є порожньою, завжди природно заповнюється.

3.16. Правило географічного оптимуму. У центрі видового ареалу зазвичай складаються оптимальні для виду умови існування, які погіршуються до периферії зони мешкання виду.

3.17. Правило максимального «тиску життя». Організми розмножуються з інтенсивністю, що забезпечує максимально можливе їх число, яке обмежене місткістю середовища та іншими чинниками.

3.18. Правило біологічного підсилення. Накопичення живими організмами хімічно стійких речовин (пестицидів, радіонуклідів тощо) призводить до біологічного підсилення їх дії в міру проходження біологічних циклів і трофічних ланцюгів.

3.19. Принцип раптового підсилення патогенності. Епідемії та епіфітотії спричиняються:

- раптовим або швидким вселенням патогенного агента з потенційно високою швидкістю росту в екосистему, в якій механізм регуляції його чисельності відсутній або малоефективний;

- різкими або дуже сильними змінами середовища, внаслідок чого зменшується енергія, потрібна для регуляції за принципом зворотного зв'язку або яким-небудь іншим способом, що порушує здатність системи до саморегуляції.

3.20. Закон екологічної кореляції. В екосистемі всі види живого та абіотичні екологічні компоненти функціонально відповідають один одному. Випадіння однієї частини системи призводить до виключення всіх тісно пов'язаних з нею інших частин системи і функціональної зміни цілого.

3.21. Біоценотичні принципи Тінемана.

1. Чим різноманітніші умови існування, тим більша кількість видів у даному біоценозі.

2. Чим більше відхиляються від норми (оптимуму) умови існування, тим бідніший на види біоценоз і тим більше особин матиме кожен вид.

3.22. Принцип конкурентного виключення Гаузе. Два види не можуть існувати в одній місцевості, якщо їх екологічні потреби ідентичні, тобто якщо вони займають одну й ту саму екологічну нішу. За обмежених можливостей просторово-часового розподілу один із видів або створює нову екологічну нішу, або зникає.

3.23. Принцип сукцесійного заміщення. Біотичні угруповання формують закономірну низку екосистем, що веде до найстійкішої в даних умовах природної системи – клімаксової в суто природних умовах або вузлової за природно-антропогенного режиму.

3.24. Закон сукцесійного уповільнення. Процеси, що відбуваються у зрілих рівноважних системах, які перебувають у стані рівноваги, як правило, виявляють тенденцію до уповільнення. Заходи, що вживаються, викликають ефект лише в початковій фазі.

IV. Енергетичні закони.

4.1. Перший закон термодинаміки (закон збереження енергії). При всіх змінах, що відбуваються в ізольованій системі, загальна енергія системи залишається сталою:

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta W,$$

де ΔU – внутрішня енергія; ΔQ – кількість теплоти, якою система обмінюється з навколишнім середовищем; ΔW – робота. Загальна кількість енергії, яку отримує рослина, тварина або людина за певний період часу, виявляється: по-перше, у виділеній теплоті; по-друге, у зовнішній роботі або речовинах, які виділяються; по-третє, у збільшенні теплоти тіла в результаті росту або накопичення речовини.

4.2. Другий закон термодинаміки. Процеси, пов'язані з перетвореннями енергії, можуть відбуватися самочинно лише за умови, що енергія переходить із концентрованої форми в розсіяну. Інше формулювання: оскільки частина енергії завжди розсіюється у вигляді недоступної для використання теплоти, ефективність самочинного перетворення кінетичної енергії на потенціальну завжди менша за 100 %.

4.3. Закон внутрішньої динамічної рівноваги. Речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих природних систем та їх ієрархії взаємопов'язані настільки, що будь-яка зміна одного з цих показників зумовлює супутні функціонально-структурні кількісні та якісні зміни, які зберігають загальну суму речовино-енергетичних, інформаційних, динамічних якостей систем.

Емпіричні наслідки:

1) правило ланцюгових реакцій – будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, динамічних якостей системи) супроводжується розвитком природних ланцюгових реакцій, спрямованих на нейтралізацію цієї зміни;

2) правило нелінійності внутрішніх взаємодій – взаємодія речовино-енергетичних екологічних компонентів кількісно нелінійна, тобто слабкий вплив або зміна одного з показників може спричинити значні відхилення інших і всієї системи загалом;

3) правило незворотності порушень – зміни, що відбулися у великих екосистемах, відносно незворотні;

4) правило сталості еколого-економічного потенціалу – будь-яке місцеве перетворення природи зумовлює в глобальній сукупності біосфери і в її великих підрозділах відповідні реакції, які призводять до відносної незмінності еколого-економічного потенціалу;

– *закон одностороннього потоку енергії в біоценозах* – енергія, яку отримує біоценоз шляхом ендотермічного фотосинтезу автотрофними організмами-продуцентами, разом з їх біомасою передається гетеротрофним організмам-консументам і мікроорганізмам-редуцентам. Напрямок цього енергетичного потоку незворотний і виражається у формі екологічної піраміди;

– *правило Шредінгера.* Для підтримання внутрішньої впорядкованості в системі необхідна постійна робота з вилучення невпорядкованості та підтримання процесів, спрямованих проти температурного градієнта;

– *правило 1 %* – зміна енергетики природної системи в межах 1 % виводить природну систему з рівноважного стану (гомеостазу);

– *правило 10 %.* Середньомаксимальний перехід 10 % енергії (або речовини в енергетичному еквіваленті) з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший не призводить до несприятливих для екосистеми наслідків.

Еволюційні закони:

1) закон спрямованості еволюції – загальний хід еволюції завжди націлений на пристосовуваність до геохронологічно змінюваних умов існування й обмежений ними;

2) закон (правило) незворотності еволюції (Л. Долло) – організми (популяції, види) не можуть повернутися до попереднього стану, якщо кілька поколінь їхніх предків пройшли певний шлях розвитку;

3) закон прискорення еволюції – швидкості формоутворення з плином геологічного часу зростають, а середня тривалість існування видів всередині більшої систематичної категорії зменшується; більш високоорганізовані форми існують менший період часу, ніж низькоорганізовані;

4) закон еволюційно-екологічної незворотності – екосистема, яка втратила частину своїх елементів або замінилася на іншу внаслідок дисбалансу компонентів, не може повернутися до свого початкового стану, якщо відбулися еволюційні (мікроеволюційні) зміни в екологічних елементах (збережених або тимчасово втрачених);

5) закон біоенергетичний (Е. Геккеля і Ф. Мюллера) Організм (особина) в індивідуальному розвитку (онтогенез) повторює в скороченому і закономірно зміненому вигляді історичний (еволюційний) розвиток свого виду (філогенез).

Наведені закони, правила і принципи діють однаково як у природних екосистемах, так і в агроекосистемах, оскільки і ті, й інші залежать в своєму розвитку від природних ресурсів біосфери.

Розділ 3.1.2. Екологічні відносини в агроекосистемах

У процесі взаємодії з природою людство постійно вирішувало першочергове завдання життєзабезпечення – виробництва продуктів харчування, які є єдиним джерелом отримання людиною внутрішньої енергії. Тому не випадково однією з найдавніших галузей виробничої діяльності людини є сільське господарство.

В сучасній біосфері в антропогенний канал, створений людьми і свійськими тваринами, надходить $1{,}6 \bullet 10^{16}$ Вт енергії, що становить 25 % загальної первинної продукції рослин. Значне збільшення первинної продукції, яку споживає людство, відбувається вже не тільки за рахунок сонячної енергії, а й під впливом додаткових енергетичних джерел (енергетичних субсидій). Близько 95 % сухої речовини рослин створюється в процесі фотосинтезу за участю сонячної енергії, а сама продуктивність в агроценозі забезпечується насамперед за рахунок вільного перебігу в рослинах і ґрунті біологічних процесів. Антропогенна енергія у вигляді енергетичних субсидій, що надходить в агроекосистеми, не замінює (і не може замінити) кількість сонячної енергії, а є своєрідним каталізатором, що стимулює активніше її використання (засвоєння). Але це не означає появу антропогенних джерел енергії незалежно від головного світила сонячної системи. Просто людина навчилась відстрочено використовувати енергію колишніх біосфер у вигляді мінерального палива.

Традиційно під сільськогосподарською екологічною системою (агроекосистемою) розуміють природний комплекс, змінений (трансформований) сільськогосподарською діяльністю людини. Агроекосистема – це штучна або змішана система рослинних, тваринних і мікробіологічних угруповань з невираженим або відсутнім механізмом саморегулювання, проектна продуктивність яких підтримується за рахунок прямих і опосередкованих енергетичних інвестицій, при припиненні або критичному зниженні яких вона деградує, втрачає свої проектні властивості.

Під екологічною системою (екосистемою) розуміють цілісну природну одиницю, що утворилася в результаті взаємодії компонентів груп живих істот і неорганічного середовища їх проживання. Внаслідок цієї взаємодії створюються нова якість і відповідний кругообіг речовин та енергії між організмами і середовищем проживання. До природних екосистем належать лише стабільні системи з визначеною трофічною й енер-

гетичною організацією. Крім того, в певних межах вони характеризуються саморегуляцією.

Рослинні угруповання, штучно створені людиною посівом чи висаджуванням культурних рослин, під новою синонімічною назвою (агроекосистема, агроценоз, агробіоценоз, сільськогосподарська екосистема, сільськогосподарський фітоценоз, зооценоз тощо) завжди є збідненим рослинним (тваринним) угрупованням одного чи декількох видів для отримання певної фіто-, зоомаси чистої продукції від автотрофів.

Штучно створені агроекосистемн (біоценози) й зооценози відрізняються від природних низкою специфічних особливостей. У них різко знижене видове різноманіття організмів. Оскільки на полях вирощують один, рідко – декілька видів рослин, тут значно збіднюється видовий склад тварин і мікроорганізмів у біоценозі. Без постійної турботи людини вирощувані види рослин, що виведені й дібрані нею, неспроможні виграти боротьбу за існування з дикорослими видами (бур'янами). Проте в агроекосистемах рослини, крім потоку сонячної енергії, отримують додаткові енергетичні субсидії від людини, яка створює умови для вирощування культурних видів рослин (обробіток ґрунту, внесення добрив, боротьба з бур'янами, шкідниками, хворобами тощо). Вирощений врожай вилучається і не потрапляє в подальшому у ланцюг живлення й обміну енергією в агроекосистемі. Без належного догляду («закон повернення») з боку людини в агроекосистемі неминуче відбувається поступове збіднення й деградація її важливої складової – ґрунту.

Кожен тип агроекосистеми у своїй організації має певні компоненти, які беруть участь у її створенні. Цими компонентами зазвичай є видовий склад рослин, його ярусність, співвідношення надземних і підземних органів, ступінь участі і здатність до виживання окремих видів у її формуванні, рясність вкривання та ін.

Агроекосистеми характеризуються обов'язковим домінуванням вирощуваних культурних рослин, які чинять основний вплив на формування біотичних особливостей цієї штучної системи. Культурні види вирощують переважно як одновидові популяції (монокультура). Залежно від умов вирощування, періоду онтогенетичного розвитку та морфолого-фізіологічниих особливостей культури її едифікаторна роль різна. Найсильніші едифікаторні властивості мають багаторічні трави. За ступенем ослаблення цих властивостей однорічні культури утворюють таку низку типів агроекосиетем: озимі → ярі колосові → зернобобові → ярі просапні → баштанні → овочеві.

Під типом агроекосистеми мають на увазі сукупність окремих агроекосиетем, однорідних за компонентним складом середовища та їх динамікою. Як і будь-які безживні системи, вони мають багатоступеневу

ієрархічно зумовлену організацію. Сільськогосподарські екосистеми нижчого рівня входять до складу системних утворень вищого рангу і підпорядковані їм. Традиційно найвищою ієрархічною одиницею агроекосистемного рівня є агросфера. До цієї ієрархії входять одиниці нижчих рівнів – аграрні ландшафти, які, в свою чергу, є сукупністю польових, пасовищних, фермських екосистем.

Агроекосистеми на відмінну від природних екосистем людина створює для отримання максимально можливої кількості продукції, яка слугує першоджерелом харчових, кормових, лікарських і сировинних ресурсів, тобто функції агроекосиетем в основному обмежуються постачанням засобів життя. У цьому головна причина кількісної переваги ресурсоємних і природоруйнівних типів агроекосиетем.

У сучасних агроекосистемах матеріально-енергетичні, економічні й екологічні процеси виробництва біологічної продукції знаходяться у складних взаємозв'язках. При цьому забезпечується відтворення природно- ресурсного потенціалу та ефективне використання антропогенних субсидій енергії. Науково обґрунтована організація агроекосиетем передбачає створення раціональної природної і природно-господарської інфраструктури (шляхи, лісові насадження, сільськогосподарські угіддя, канали та ін.), адекватної особливостям місцевого ландшафту і господарському використанню території загалом. Організація агроекосистем має бути наближеною до контурів природних комплексів, що досягається оптимізацією агроландшафту. Проте це тільки видима частина екологічно обґрунтованої агроекосистеми. Значно складнішими є внутрішні процеси масо- й енергообміну, які підтримують ландшафтно-екологічну рівновагу.

В аграрних ландшафтах людина створила природно-техногенні системи для вирощування рослин (теплиці, оранжереї, парники), тварин (корівники, свинарники, конюшні, вівчарні), птиці (птахофабрики), корисних комах (пасіки) тощо. Тобто такі природно-техногенні системи, які функціонують за принципом штучних екосистем, аналогічних створеним на космічних апаратах для проживання в космосі.

Характерна особливість сільськогосподарських екосистем полягає також у тому, що вони є продуктом трансформування природних. Трансформуючи природні екосистеми в сільськогосподарські, людина змінювала живі і неживі компоненти природних комплексів: рослинний і тваринний світ, ґрунт, воду, атмосферу. Рослини природної флори знищувались, замінюючись на нові, потрібні для задоволення потреб людини. Зникло багато видів рослин, диких тварин, їх замінили свійські.

У сільськогосподарських екосистемах ланцюги живлення залучені у сферу діяльності людини. В них змінена екологічна піраміда, на вершині якої стоїть людина, що є специфічною ознакою будь-якої агроекосистеми.

Саме тому при умовному порівнянні агроекосистеми як поєднання природної екосистеми з антропогенною енергією неважко виявити, що питомі витрати енергії в доіндустріальному сільському господарстві порівнювались з енергозатратами в природних екосистемах. З поступовим (впродовж тисячоліть) переходом на інтенсивне ведення сільського господарства енерговикористання набагато зросло, логічним результатом чого стало значне збіднення в агроекосистемах видового спектру рослин і тварин та утворення малокомпонентних агроценозів.

Першою системою землеробства була підсічно-вогнева, яка в деяких регіонах світу зберігається досі. За такої системи спалюють ліси, а на вивільненій території, вкритій попелом (золою), сіють і вирощують культурні рослини. Через швидке виснаження ґрунтів термін використання таких полів був короткий (до 10 років). Поля, які різко знижували родючість, тимчасово залишали у спокої. В результаті природних процесів вони поступово відновлювали родючість. На цій території знову спалювали ліси і вивільнені ділянки включали у сільськогосподарське використання.

На зміну підсічно-вогневій системі землеробства прийшла обліжно-перелогова. Після 5–10-річного використання поля покидали, і вони поступово перетворювались на облоги і перелоги. З часом їх родючість відновлювалась, польові ділянки звільнялись від бур'янів. Екстенсивні системи землеробства замінили інтенсивні – парові, сидеральні, травопільні, плодозмінні.

Прогрес у рослинництві тісно пов'язаний із розвитком тваринництва. За безперервного використання тих самих полів, городів, садів для отримання на них високих урожаїв потрібно було вживати заходів щодо підтримання й відтворення родючості ґрунтів. Для цього їх удобрювали переважно гноєм. Відходи тваринництва сприяли розвитку рослинництва. Водночас рослинництво – дуже важливий чинник розвитку тваринництва, оскільки фітомасу полів, луків, лісів використовували для годівлі сільськогосподарських тварин. А для деяких видів доместикованих тварин (бджоли) життєдіяльність рослин є найважливішою умовою існування.

За розмірами антропогенних енергетичних субсидій основні типи агроекосистем поділяють на групи (таблиця.)

У багатьох аграрних ландшафтах, де природні механізми саморегулювання й оптимізації екологічної ситуації в екосистемах не були порушені, сільське господарство розвивалося ефективно. Тут агроландшафт згубно не впливав на навколишнє середовище, на природні комплекси, що з ним межують. Проте навіть у стародавньому світі траплялися екологічні катастрофи, пов'язані з деградацією ґрунтів, зникненням водойм, зміною клімату, що негативно впливало на розвиток рослинництва і тваринництва. У міру розширення агросфери й інтенсифікації сільського господарства

екологічні катастрофи ставали дедалі частішими і більш грізними. Екологічні проблеми сільського господарства особливо загострилися в сучасну епоху науково-технічного прогресу.

Таблиця 3

Класифікація агроекосистем за розмірами антропогенних енергетичних субсидій

№	Тип агроекосис–теми	Продук-тивність агроеко-системи	Ступінь адаптивно-сті агроеко-системи	Головні характеристики агроекосистеми
1	*Екстенсивні*	Низька	Високий	Тривала обліжно-перелогова стадія, збереження балансу між продуктивністю кормових угідь і поголів'ям худоби
2	*Інтенсивні*	Висока	Низький	Застосування сівозмін із травами і сидератами, утилізація безпідстилкового гною, внесення його на поля
3	*Адаптивні*	Помірно висока	Високий	Широке застосування сидерації, побічної продукції сільськогосподарських культур, повноцінних парових сівозмін, адаптивною структурою агроекосистеми, збільшенням біологічного різноманіття, повною утилізацією гною, застосуванням біометодів

Істотною особливістю агроекосистем є поява в них штучного добору і селекції рослин та тварин. Окультурення рослин і одомашнення тварин відбувалося на перших етапах формування сільського господарства (близько 12 – 14 тис. років тому). Спочатку людина проводила штучний відбір рослин і тварин стихійно, без чіткого передбачення кінцевих результатів. І тільки з кінця XIII ст. почав здійснюватись цілеспрямований добір рослин і тварин. За відносно короткий період було виведено різноманітні високоврожайні сорти рослин і продуктивні породи тварин, які відповідали соціально-економічним потребам людини.

Важливою особливістю агроекосистем є цілеспрямовані або навмисні антропогенні зміни умов життя культурних рослин і свійських тварин. Штучний добір і селекція рослин і тварин супроводжувались перебудовою інших компонентів екосистем – ґрунту, води тощо.

За допомогою агротехнічних заходів окультурювались природні ґрунти, які набували нових фізико-хімічних і біологічних властивостей, з'явилися штучно створенні ґрунти (агроземи), що не мають природних

аналогів. Антропогенні зміни ґрунтів в аграрних ландшафтах нерідко призводили до негативних наслідків, таких як ерозія (водна і вітрова), зниження вологості ґрунту і повітря, пов'язане з вирубуванням лісів, засолення і підкислення ґрунтів тощо.

Характерною особливістю аграрних ландшафтів як екосистем є залучення до сфери діяльності людини трофічних ланцюгів і біотичного кругообігу. Людина впливає на умови живлення рослин та утримання тварин за допомогою внесення в ґрунт органічних, мінеральних, бактеріальних добрив, збагачення ґрунту теплиць, поліпшує умови мінерального живлення рослин, здійснює годівлю тварин в умовах пасовищного і стійлового утримання.

Агроекосистемам властива розімкненість біотичного кругообігу, визначена особливостями їх організації, структурою, функціями та роллю, яку вони виконують. Основне призначення агроекосистем – забезпечення населення продуктами харчування. Це завдання можна вирішити лише докорінною перебудовою потоків речовин в агроекосистемах і навколишньому середовищі. Більша частина хімічних елементів, зв'язаних у фітомасі у вигляді зерна, овочів, фруктів, корене- і бульбоплодів мігрує за межі сільськогосподарських екосистем здебільшого для забезпечення міського населення продуктами харчування, а промисловості – сировиною.

Хімічні елементи, вивезені з продуктами рослинництва і тваринництва за межі аграрних ландшафтів, виключаються з біологічного кругообігу сільськогосподарських екосистем. Із харчовими відходами й екскрементами людей вони надходять у каналізаційні системи міст, інших населених пунктів, залучаються до великого або геологічного кругообігу.

Біологічний кругообіг порушується також у результаті припливу в сільськогосподарські екосистеми мінеральних добрив, пестицидів та інших речовин. У них змінюється баланс хімічних речовин за схемою «приплив – відплив». Це впливає на геохімічну ситуацію й аграрні ландшафти, стан флори і фауни, біологічну продуктивність і відтворювальну здатність культурних рослин, свійських тварин, якість продукції рослинництва і тваринництва.

В аграрних ландшафтах змінений потік енергії. В них разом із сонячною енергією використовують додаткові енергетичні ресурси для обробітку, зрошення, осушення, удобрення ґрунту, захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів тощо.

Енергоємність агроекосистем закритого ґрунту величезна. Значні кількості додаткової енергії потрібні і для виробництва тваринницької продукції. Енергетичні субсидії необхідні для будівництва тваринницьких приміщень, підтримання в них оптимального мікроклімату (тепло, освітлення та ін.), лікування тварин.

Сільськогосподарські екосистеми відрізняються від природних характером їх регулювання та керування ними. Природні біоценози є саморегульованими, самовідтворюваними системами. В усіх сільськогосподарських екосистемах (польових, садових, пасовищних, фермських) механізми саморегулювання і самовідтворення порушені. Процеси, які відбуваються в агроекосистемах, регулюються не стільки механізмами саморегулювання і самовдосконалення, скільки людиною. Людина виконує роль внутрішнього і зовнішнього регулятора.

В міру поглиблення інтенсифікації та спеціалізації сільського сподарського виробництва характер керування агроекосистемами змінювався, ставав дедалі менше внутрішнім і все більше зовнішнім. Упродовж тривалого часу найрозвиненішого у світі сільського господарства США основним регулятором відносин в агроекосистемах був фермер, зацікавлений у тому, щоб передати ферму своїм нащадкам у найкращому стані. Сільськогосподарські екосистеми, якими керують фермери, пристосовувались до місцевих екологічних умов, реагували на них адекватно. Останнім часом регуляційні функції від фермера переходять до інших власників – корпорацій, агрохолдингів, кооперативів, уряду, які знаходяться далеко від господарств (ферм) і зацікавлені не стільки у збереженні сільськогосподарських угідь, скільки в отриманні максимальної кількості рослинницької і тваринницької продукції.

Різкий перехід від внутрішнього до зовнішнього керування сільським господарством стався і в нашій країні в період перетворення одноосібних господарств на колективні. Сільським господарством почали керувати з центру – району, області, столиці. Механізм керування агроекосистемами з адекватного, екологічного перейшов у неекологічний. Сільськогосподарські екосистеми деградували і гинули. Тому необхідно розробити досконаліші, обґрунтовані методи керування ними, навчитися створювати агроекосистеми, які б функціонували за принципом природних екосистем.

Відтак, головне і, мабуть, кінцеве завдання сільськогосподарської екології – знайти формулу найоптимальнішого співвідношення у вирощуванні рослин і тварин за певних умов середовища. Мірилом цього співвідношення є врожай, продуктивність тварин, які, крім кількісних показників, характеризуються високою якістю продукції, чистотою і непорушністю навколишнього середовища.

Викладене дозволяє узагальнити уявлення про агроекосистеми. Так, якщо галузям промисловості притаманне пряме ресурсоспоживання і пряме забруднення навколишнього середовища (причому кількість поллютантів відносно рівномірно розподілена впродовж року), то сільськогосподарське виробництво використовує природні ресурси опосередковано (через землеробство і тваринництво), і наслідки неправильності такого використання

можуть позначитися через тривалий проміжок часу, іноді складаючи десятки років (Шикула, 1986, 1988).

Для усвідомлення усієї складності екологічних відносин в агроекосистемах головним відправним положенням є наступне: *Homo Sapiens* в процесі своєї життєдіяльності в біосфері Землі утворює ідентичні за екологічними ознаками з іншими видами просторові (едафічні) одиниці – екотоп, екологічну нішу та ареал поширення. Крім того, *Homo Sapiens* бере таку ж саму участь у харчових ланцюгах і займає свій трофічний рівень у природних екосистемах. Факт специфічної участі *Homo Sapiens* у функціонуванні природних екосистем завдяки докорінній, передусім просторовій перебудові їх структури зовсім не є підставою вважати ці екосистеми менш природними, про що вже писалось у частині І навчального посібника.

Але якщо в інших видів відстежити межі означених едафічних просторових одиниць досить легко, то *Homo Sapiens* вже давно сформував межі свого «поширення» в складному багатомірному просторі, свідченням чого сьогодні є поки що незбагненний феномен інформатизації і переводу більшості галузей людської діяльності у віртуальний простір.

Відтак, згадавши, що наш вид використовує навпаки відомий принцип компенсації (Ле-Шательє), створюючи в процесі використання біоресурсів пастки для часу та простору, зовсім нового змісту набувають традиційні дослідження просторової організації сільського господарства. Інтерпретувавши їх результати з позицій екології виду *Homo Sapiens*, відкриваються перспективи встановлення енергетичних/трофічних відносин в агроекосистемах, а отже, перспективи «повернення» людини у біосферу. В дослідженні агроекосистем, особливо з позицій еволюційності їхнього розвитку, правильна інтерпретація процесу цього розвитку дозволяє виокремлювати його головні ознаки на будь-якому часовому етапі.

Складні трофічні відносини виду *Homo Sapiens* проявляються у різноманітних «пастках для простору» на зразок умовного повернення посівних площ, призначених для виробництва фуражних культур. Саме з результатів таких досліджень виходить прирівнювання агроекосистеми до екотопу і навіть до екологічної ніші *Homo Sapiens* (Сонько,2009).

Сільське господарство, будучи провідною ланкою агропромислового комплексу, а за сучасними оцінками (Лосєв, 2003) – головним деструктором біосфери, в екологічному відношенні є чи найнебезпечнішою галуззю. Такою цю галузь зробила щоденна потреба у харчуванні великих мас особин нашого виду. Головна небезпека трофічних відносин в агросфері для стійкості біосфери полягає саме у непомітності цього повсякденного, але грабіжницького процесу і примушує вкотре замислитись над майбутнім всього харчового ланцюга особин нашого виду, який без

сумніву залежить від стійкості тих самих природних екосистем. Такому розумінню відповідають два головних гасла Green Peace на початку їхньої діяльності – замість «Ми повинні нагодувати Світ!» (гасло потужних харчових корпорацій) – «Світ має бути нагодований!» (гасло прибічників екологічно-толерантної моралі).

У додатку ж до сільського господарства центральне місце повинне зайняти послідовне дотримання ідеї екологічної толерантності. *З позицій же збалансованого природокористування вона трактується як досягнення максимально можливої гармонії між конкретним ґрунтом і характером його використання.*

Насамперед культурні й окультурені екологічні системи вимагають до себе постійного припливу вільної енергії та генетичного відновлення, одним з важливих джерел яких, як і раніше, залишаються природні екосистеми. Отже, зникнення останніх поставить під сумнів і існування перших. Показником потенційної стійкості ландшафту низького рангу (урочище, фація) може бути повнота складових його компонентів, що визначають життєздатність даної системи (Звонкова, 1987). Відтак, знак рівності між категоріями «екосистема» і «ландшафт» виходить з того, що популяції створюють основи для схем ієрархії[123].

Взаємодія популяцій з навколишнім середовищем і між собою сприяє об'єднанню біоти на ієрархічному рівні співтовариства, ландшафту і фізико-географічного району. Іншими словами, антропогенний ландшафт (як окремий випадок – агроекосистема) являє собою екосистему, що складається з екосистем більш низького рівня (Одум, 1986; Солнцев, 1982: Исаков, 1980; Герасимов, 1979; Сукачев, 1976).

У землеробстві вже є приклади розробки систем «біологічного землеробства», які забезпечують екологічну стійкість і де одним із напрямків «біологізації» стає збереження біоти і регулювання її життєдіяльності. (Кузнецов, 2005). Для того щоб краще зрозуміти механізм взаємопроникнення «природного» і «штучного» у сільськогосподарських екосистемах, узагальнимо основні властивості екосистем при порівнянні їх зі штучними аналогами:

1. Якщо в природних екосистемах рослинні угруповання представлені дуже широко, що і визначає «обличчя» екосистеми, то штучні екосистеми єдині у своєму прагненні до монокультури і заміщенні природних рослинних аналогів на окультурені.

2. На відміну від природних екосистем, де весь рослинний опад перегниває, поповнюючи запаси гумусу в ґрунті, врожай у штучних екосистемах цілком відривається від ґрунту. Нестача органічних речовин для

[123] Лосєв К. С. Ландшафтознавство і екологія – співвідношення і структурні одиниці / К. С Лосєв, М. Д. Ананічева, І. В. Чеснокова // Укр. геогр. журнал. – 2001. – № 4. – С. 51–57.

відновлення ґрунтової родючості частіше заповнюється за рахунок внесення мінеральних добрив і породжує небезпечну ілюзію, що роль ґрунтової біоти в підтримці родючості знижується. Проте доведено, що внесення мінеральних добрив стимулює біологічну родючість ґрунтів, примушуючи ґрунтові бактерії бути більш активними по відношенню до гумусу, які його фізично знищують (Шикула, 1986).

3. Нестача органічної речовини, що відлучається з врожаєм, змушує ґрунтові бактерії розмножуватися за рахунок знищення гумусу (мінералізації). Це, відповідно, визначає дефіцитний баланс гумусу в ґрунті і змушує більш серйозно оцінити межі втручання людини в природні екосистеми, яке приводить до дестабілізації останніх.

Таким чином, одним з основних критеріїв в оцінці стійкості, толерантності, збалансованості агросфери повинна бути продуктивність природних екосистем. Це саме той оптимум, який виробила природа в процесі своєї еволюції. Як показують дослідження, відхід убік від цього оптимуму з метою підвищення продуктивності сільськогосподарських екосистем за рахунок збільшення субсидій і прагнення до монокультури приводить в кінцевому підсумку до порушення екологічної рівноваги (Мітчелл, 1987).

Причому інтенсивне витратне (маються на увазі витрати на енергію і мінеральні добрива) землеробство сьогодні в цьому сенсі безперспективне. Збільшення витрат у гонитві за швидкою віддачею обумовлює, як правило, однобічний підхід до збільшення ґрунтової родючості, що виражається в більшому внесенні мінеральних добрив і пристосуванні до цього способу всіх сторін сільськогосподарської діяльності (Маркарьян, 1987). Тому розумний і цілком логічний підхід до оцінки толерантності природокористування в агросфері полягає у зіставленні продуктивності природних і сільськогосподарських екосистем.

Оцінки продуктивності екосистем робилися і раніше. Так, Н. І. Базилевич підкреслює, що такі оцінки зазвичай засновані на показниках запасів фітомаси живих рослин (надземної і підземної на одиницю площі) та річної продукції (також з обліком надземних і підземних органів рослин) на одиницю площі на рік (Базилевич,1981). Але тут складність полягає в тому, щоб кількісно оцінити роль окремих складових (як антропогенних, так і природних) у їхньому впливі на формування продуктивності природних і штучних екосистем. Цього можна досягти, використовуючи зіставлення з цілинними аналогами відповідних ґрунтів (Ахаминов, Казанська, Фирсенкова, 1978).

При розробці критеріїв в оцінці оптимальності важливу роль відіграє показник, похідний від продуктивності природних екосистем, – кількість біомаси, параметри якої характеризують здатність екосистем підтримувати життя. Керувати природною системою можна, якщо збільшити роз-

маїтість природних комплексів, а також їхню стійкість. Це досягається підсівом дикорослих трав, властивих даній зоні. Необхідно також змінювати сільськогосподарські культури, зменшувати геохімічну контрастність, якщо вона перевищує природні концентрації, використовувати для боротьби з деякими несприятливими природними явищами природні ж засоби (Звонкова,1987).

Перераховані вище особливості природних і штучних екосистем дозволяють сформулювати принцип екологічної толерантності систем землеробства/рослинництва: *чим вужче видове різноманіття рослин, що культивуються у сільськогосподарських екосистемах*, *і чим більше при цьому відлучається наземної фітомаси з врожаєм, тим нижче екологічна толерантність такої сільськогосподарської екосистеми.*

Проте кількісним показником, що відбиває рівень екологічної толерантності землеробства/рослинництва, традиційно вважається баланс гумусу в ґрунті. Як відомо, вміст гумусу в ґрунті і темпи його відновлення є основою, на якій можливе зростання продуктивності. Причому вміст гумусу може бути вхідним параметром у моделях з вивчення його впливу на продуктивність агроценозів, вихідним – при моделюванні зміни гумусованості під впливом різних факторів, і внутрішнім, оскільки це найважливіша складова родючості ґрунтів (Носко, 2006).

Таким чином, даний показник має поліфункціональний характер, оскільки в ньому поєднані причина, наслідок і результат. Причина полягає в тому, що чим менше гумусу в ґрунті, тим нижче врожайність незалежно від енергетичних внесків. Наслідок виявляється в прямому впливі врожайності на масу рослинних залишків, що поповнюють запаси гумусу, а результат полягає у регулярних недоборах врожайності попри збільшення енергетичних субсидій. Оскільки вплив на навколишнє природне середовище в сільському господарстві відбувається за допомогою застосування певних систем землеробства, то й вміст гумусу в ґрунті може служити індикатором, що дозволяє судити про екологічну небезпеку даних систем землеробства (Швебс, 1986).

Середньорічна втрата гумусу в типових чорноземах України складає від 0,3 до 1,2 т/га (НУБІП, 2005). Результати вимірів вмісту гумусу на агростанції «Митниця» (Київська область) показали, що за 54 роки оранки вміст гумусу з 9,12 % знизився до 5,6 %. Втрати склали 3,46 % чи 0,64 % за десятиріччя (Шикула, 1986). Аналогічні дані наводяться по Молдові й Одеській області (Заславский, 1987), по Черкаській області (Голубкіна, 2009). Такі дані свідчать про неприпустимі масштаби вторгнення людини в природні екосистеми і змушують критично підійти до оцінки екологічної толерантності застосовуваних систем землеробства.

3.1.3. Оцінка відповідності спеціалізації сільського господарства наявному біокліматичному потенціалу

Враховуючи, що сільське господарство – найбільш наближена за типом речовинно-енергетичних відносин до природних екосистем галузь, пошук таких форм його ведення (спеціалізації), які б відповідали природним можливостям певної території, є, напевне, головним завданням, вирішення якого сприятиме збалансованому природокористуванню в агросфері. Найкраще таке завдання вирішує адаптивний підхід, або ж система отримання сільськогосподарської продукції, що забезпечує максимальне повернення кожної одиниці введеної в агроекосистему антропогенної енергії відповідною кількістю біологічної продукції. При адаптивному підході підбираються сорти культурних рослин і породи сільськогосподарських тварин, найбільш відповідні ґрунтово-кліматичним умовам району.

Свого часу відомий вчений М. І. Вавілов писав про те, що землеробство бажано «опівнічнити», наприклад у добре забезпеченому опадами Нечорнозем'ї вирощувати не пшеницю, а жито. Сьогодні (разом з ячменем і вівсом) жито складає основу рослинництва північних районів Німеччини, а також Фінляндії, Швеції, Норвегії. Вавілов також вважав, що в південній частині степової зони пшеницю слід замінити на сорго, яке він образно називав «верблюдом рослинного світу». В даний час в Італії, Іспанії і Франції площі посівів сорго збільшилися в 30–60 разів.

У межах адаптованого підходу розширюється використання видів місцевої флори, найбільш пристосованих до місцевих умов, розвивається адаптивна селекція, екологічно оптимізується структура агрофітоценозів і агроекосистем. При адаптивному підході у тваринництві районуються види і породи сільськогосподарських тварин, визначаються оптимальні межі вівчарства, конярства та ін. Прикладом тварини, повністю адаптованої до природних умов степової зони, є башкирський кінь. Він не вимагає зимових приміщень, увесь рік утримується на відкритому повітрі і задовольняється кормом з природних пасовищ. Вплив же коней на травостій пасовищ більш м'який, ніж корів, і тим більше – овець. Порушення вимог адаптивного підходу веде до значного подорожчання сільськогосподарської продукції або взагалі до «нульового ефекту», коли інтродуковані в нові райони рослини або тварини не приживаються (приклади: спроби вирощування кукурудзи далеко на північ від ареалу її розповсюдження, вирощування чайного куща в Закарпатті, вирощування бавовнику в південному степу України).

Намагання «вписати» сільськогосподарську діяльність у наявний біокліматичний потенціал має давню історію, а методика таких досліджень має багаторічні напрацьовані традиції від перших робіт з сільськогосподарського районування та типології сільського господарства (Kostrowicki, 1957; Ракитников, 1970).

У методологічному плані найбільш ефективним для встановлення такої відповідності є порівняльно-географічний підхід до вивчення сільського господарства. Він включає економічний аналіз природних умов, методи сільськогосподарського районування, класифікації систем землеробства і форм організації території. Зокрема, встановлення закономірностей територіальної організації сільськогосподарського виробництва здійснюється на основі застосування методу природних аналогів. Велика увага в пропонованій методиці приділяється розробці картографічних методів при вивченні видів використання земель, форм організації території, розміщенні культур і галузей рослинництва, способів утримання тварин, локалізації типів сільськогосподарських підприємств і районів. Але найважливішим питанням у вирішенні проблеми відповідності спеціалізації сільського господарства наявному біокліматичному потенціалу є тип використання земель, який досліджується переважно з використанням картографічних методів.

Територіальні розбіжності у сільськогосподарському використанні земель із застосуванням цієї методики досліджувались у господарствах Харківської області. Для дослідження закономірностей у характері впливу на навколишнє природне середовище і способів відновлення родючості всі культури і посівні площі під ними об'єднуються в групи: кормових трав, зернових колосових, просапних.

Саме за співвідношенням цих груп культур, а також з урахуванням показників інтенсивності і визначався тип використання земель. Природні кормові угіддя досліджуються окремо. Також впродовж багатох років проводиться поглиблене дослідження типових господарств, де вивчаються характерні риси сільськогосподарського виробництва і перевіряються загальні висновки на прикладі окремих бригад, ферм, сівозмін.

У цілому, характер використання земель відповідає географічним закономірностям. Найбільш поширені на території Харківської області типи, наведені на рис.3.1.2.

Важливо відзначити, що в степових районах частка просапних культур зростає в основному за рахунок кукурудзи. Дана система землеробства трохи відрізняється від традиційної зернопаропросапної. Так, якщо в зернопаропросапній системі землеробства значна частка ріллі (більше 50 %) повинна бути зайнята посівами зернових культур (Каштанов, 1988), то в переважній більшості випадків на території області частка зернових колосових нижче 45 %, а просапних – вище. У «чистому» вигляді зернопаропросапна система землеробства зустрічається лише в декількох господарствах, що входять на карті в тип 2, (2а).

Істотною особливістю, притаманною не лише Харківській області, є висока розораність, що сягає 80–90 % площі сільськогосподарських угідь. Це пов’язано з бажанням отримання максимального прибутку за рахунок збільшення площ під товарними сільськогосподарськими культурами. При цьому розвиток ринкової економіки з 90-х років XX століття лише погли-

бив цю тенденцію. Тому найскладніші проблеми, що існують в екології сільського господарства й у використанні земель, пов'язані з таким показником, як пропорції в співвідношенні площ зайнятих товарними і фуражними культурами.

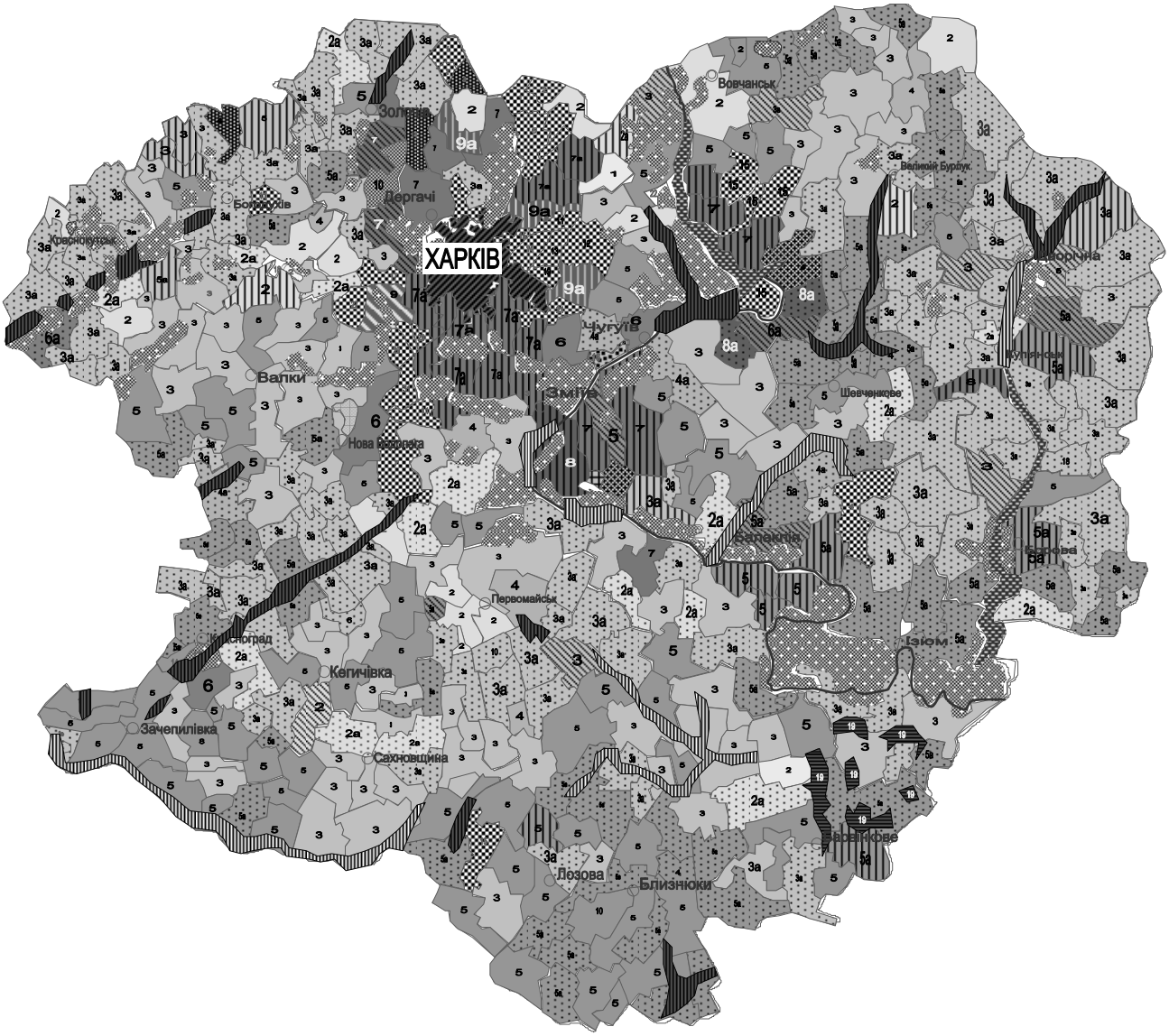
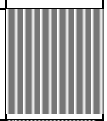
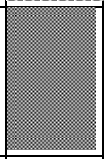
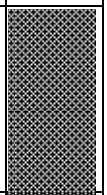
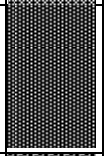
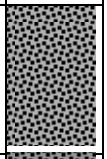
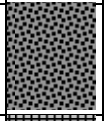
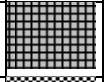
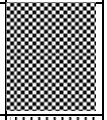
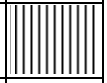


Рис. 3.1.2. Сільськогосподарське використання земель опис легенди в табл. 3.1.1

Таблиця 3.1.1

Використання земель у всіх типах господарств Харківської області
(1985 рік)

№ з/п	Типи використання земель	Позначення на карті
Землі, що використовуються переважно як рілля		
1	Посіви кормових трав (переважно багаторічних, що займають понад 40 % посівної площі), просапні культури (кукурудза, соняшник), зернові і зернобобові культури при меншому значенні чистих парів.	
2	Посіви зернових і зернобобових культур (понад 50 %) в сполученні з просапними культурами при відносно невеликій частці кормових трав (до 10 %) і меншому значенні чистих парів.	
2а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються лише як попередник озимої пшениці і цукрового буряка. Чисті пари частково займаються посівами однолітніх трав.	
3	Посіви зернових і зернобобових культур (35–50 %), просапні культури, кормові трави (до 15%) при меншому значенні чистих парів.	
3а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються як попередник озимої пшениці і цукрового буряка. Чисті пари частково займаються посівами однолітніх трав.	
4	Посіви зернових і зернобобових культур (30–40 %), просапні культури (кукурудза, соняшник) при відносно великій частці кормових трав (понад 15 %) і меншому значенні чистих парів	
4а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються лише як попередник озимої пшениці.	
5	Посіви просапних культур (понад 45 %), зернові і зернобобові культури при відносно невеликій частці кормових трав (до 15 %) і меншому значенні чистих парів.	
5а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються лише як попередник озимої пшениці і цукрового буряку.	
6	Посіви просапних культур (30–40 %), зернові та зернобобові культури при відносно великій частці кормових трав (понад 15 %) і меншому значенні чистих парів.	
6а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються лиш як попередник озимої пшениці і цукрового буряку.	
7	Посіви зернових і зернобобових культур (30–40 %), просапні культури (кукурудза, соняшник), кормові трави (понад 15 %), посіви овочевих культур при меншому значенні чистих парів.	
7а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються лише як попередник озимої пшениці. Чисті пари частково займаються посівами однолітніх трав.	
8	Посіви просапних культур (переважно кукурудзи і соняшника, що займають понад 40 % посівної площі) в поєднані з посівами зернових і зернобобових культур, кормові трави (понад 15 %), посіви овочевих культур при меншому значенні чистих парів.	
8а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються лише як попередник озимої пшениці. Чисті пари частково займаються посівами однолітніх трав.	
9	Посіви просапних культур (переважно кукурудзи і соняшника, що займають менше 40 % посівної площі), зернові та зернобобові	

	культури, кормові трави (понад 20 %), посіви овочевих культур при меншому значенні чистих парів.	
9а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються лише як попередник озимої пшениці. Чисті пари частково займаються посівами однолітніх трав.	
10	Посіви просапних культур (переважно кукурудзи і соняшника, що займають менше 40 % посівної площі), зернові та зернобобові культури, кормові трави (понад 25 %), посіви овочевих культур при меншому значенні чистих парів.	
11	Посіви просапних культур (переважно кукурудзи і соняшника, що займають 30-40 % посівної площі) разом із посівами овочевих культур (понад 20 %), кормові трави (понад 30 %), з відносно невеликою часткою зернових і зернобобових культур (менше 20 %) при меншому значенні чистих парів.	
12	Посіви зернових і зернобобових культур (понад 30 %), ділянки ріллі під насінням овочевих культур (понад 25 %), кормові трави (понад 20 %) посіви просапних культур (переважно кукурудзи) при меншому значенні чистих парів.	
13	Посіви овочевих культур (понад 30 %) разом із зерновими та зернобобовими культурами, просапні культури (переважно кукурудза і соняшник), кормові трави (понад 15 %), при меншому значенні чистих парів.	
13а	При більшому значенні чистих парів, що застосовуються лише як попередник озимої пшениці. Чисті пари частково займаються посівами однолітніх трав.	
14	Посіви овочевих культур і картоплі (понад 50 %) разом із з зерновими і кормовими культурами переважно із застосуванням зрошення.	
15	Посіви зернових, кормових і технічних культур на експериментальних ділянках науково-дослідних інститутів, дослідних станцій і держсортоділянок.	
15а	Системи землеробства із застосуванням зрошувальних меліорацій (площа зрошуваних земель займає понад 10 % площі ріллі).	
15б	Системи землеробства із застосуванням добрив (понад 500 кг. д.р. на 1 га ріллі).	
Багаторічні насадження		
16	Великі масиви багаторічних насаджень (переважно сади і ягідники).	
Землі, що використовуються переважно як сіножаті і пасовища		
17	Ділянки сіножатей на заливних заплавних луках.	
18	Пасовища для випасу великої рогатої худоби в теплу пору року. Вибіркове сінокосіння.	
19	Пасовища для випасу великої рогатої худоби і овець в теплу пору року. Вибіркове сінокосіння.	
Землі несільськогосподарського використання		
20	Забудовані території.	

Під фактичною площею фуражної ріллі (ареал доместифікованих консументів) ми розуміємо ту частину площі сівозміни, на якій висіваються кормові культури, плюс ті площі, що були зайняті продовольчими зерновими культурами, але тими, які після збирання врожаю були оцінені як фуражні (передусім за вмістом клейковини). Так, відомо, що якість навіть

експортованого українського зерна у багатьох випадках наближається до фуражного («Аграрний сектор України», 2011), а отже, можливий зворотний розрахунок (через середню врожайність) площ, які забезпечують трофічний рівень консументів.

Ці дані були перевірені, і з'ясувалося, що продовольче зерно, вирощене на схилах рельєфу від 3° до 5° С, дійсно більше відповідає фуражній якості (Сонько, 2003). Отже, згідно зі схемою (рис.3.1.3.) можливий розрахунок реального споживання енергії трофічного рівня доместикованих консументів.

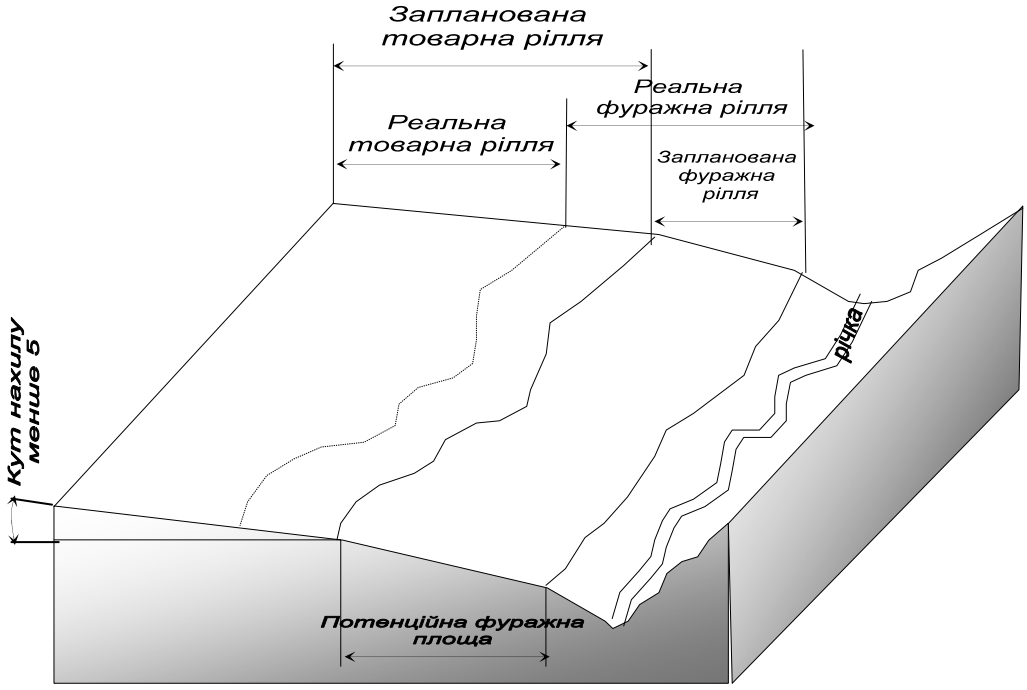


Рис. 3.1.3. **Виділення товарної і фуражної ріллі залежно від рельєфу**

Для таких розрахунків використовується формула:

$$Пф.ф. = Пк + Пз * К,$$

де *Пф.ф.* – фактична площа під фуражними культурами; *Пк* – звітна площа під кормовими культурами; *Пз* – звітна площа під зерновими культурами; *К* – залишковий коефіцієнт, розрахований на прикладі типових господарств і який складає для лісостепу – 0,54, а для степу та приміських господарств – 0,49 і 0,39 відповідно.

За результатами дослідження окремих сівозмін у типових господарствах за книгами історії полів була виведена закономірність про приуроченість товарних культур до польових сівозмін (на ділянках вододілів), а фуражних – до ділянок схилів у складі спеціальних сівозмін. Далі була

розроблена карта «Функціональні типи сільськогосподарського використання земель» (рис.3.1.4.), топографічною основою для якої стали встановлені водоохоронні зони, до складу яких входять заплавні землі, схили понад 5°, що прилягають до заплав, балки, які безпосередньо впадають у річкові долини, і яри, розташовані на схилах долин і балок. Межі водоохоронних зон «прив'язані» до меж контурів природних кормових угідь, полів сівозмін, дорожньої мережі, лісосмуг (при цьому останні включаються до складу зон).

Переведення даних сільськогосподарської статистики, зведених для всієї території господарств, у дані по окремих групах сівозмін (польові, спеціальні) дало статистичну основу для створення карти «Функціональні типи використання земель» (рис.3.1.4.). На ній імовірність збігу фуражних і товарних культур займаним площам становить 80–90 %, що пов'язано з дотриманням послідовності культур у сівозміні. Головною ж обставиною, що все-таки дозволила провести диференціацію на «фуражну» і «товарну» ріллю, стало те, що всі посіви багаторічних трав прив'язані до схилів вище 5° у складі ґрунтозахисних і кормових сівозмін (рис.3.1.3.).

Спільний аналіз карт «Трофічні відносини в агроекосистемах» (рис.3.1.1.) і «Функціональні[124] типи сільськогосподарського використання земель» (рис.3.1.4.) дозволив виявити низку особливостей.

Так, при існуючому характері використання земель відносно висока товарність рослинництва виявилася в типі 3 і 3а. При цьому площі ґрунтозахисних сівозмін у даних районах великі, що обумовлює пріоритет висівання на схилах зернових культур і кормових трав. Якість зерна, отриманого зі схилу на змитому ґрунті, значно нижче порівняно з зерном, вирощеним на плакорі, і відповідає більше фуражним, ніж товарним сортам (Заславский, 1987; Світличний, 2007).

З огляду на розчленованість території і здатність ґрунтів залежно від ступеня змитості «визначати» фуражну чи товарну якість вирощеної продукції, площі, зайняті фуражними культурами на ріллі варто вважати статистичними, а площі, що займають схили з падінням рельєфу більше 5° – потенційними[125].

---

[124] «Функціональні» – власне, з екологічних функцій, які виконує кожна ділянка землекористування.

[125] Цей висновок підтвердився за аналізом багаторічних даних заготівлі сильних і твердих сортів пшениці, які проводилися в основному в степових районах з однорідним вирівняним рельєфом. Райони ж, де в наявності значні площі схилових земель, у заготівлях даних сортів участі не брали (Сводный годовой отчет о выполении планов заготовки продуктов растениеводства за 1985–86 по Харьковской области. – Харьков : Областное статситическое управление, 1986–1987.). Знаходимо підтвердження цієї тенденції і в сучасних роботах [Балабанов, 1999; Дубовик, 2009].

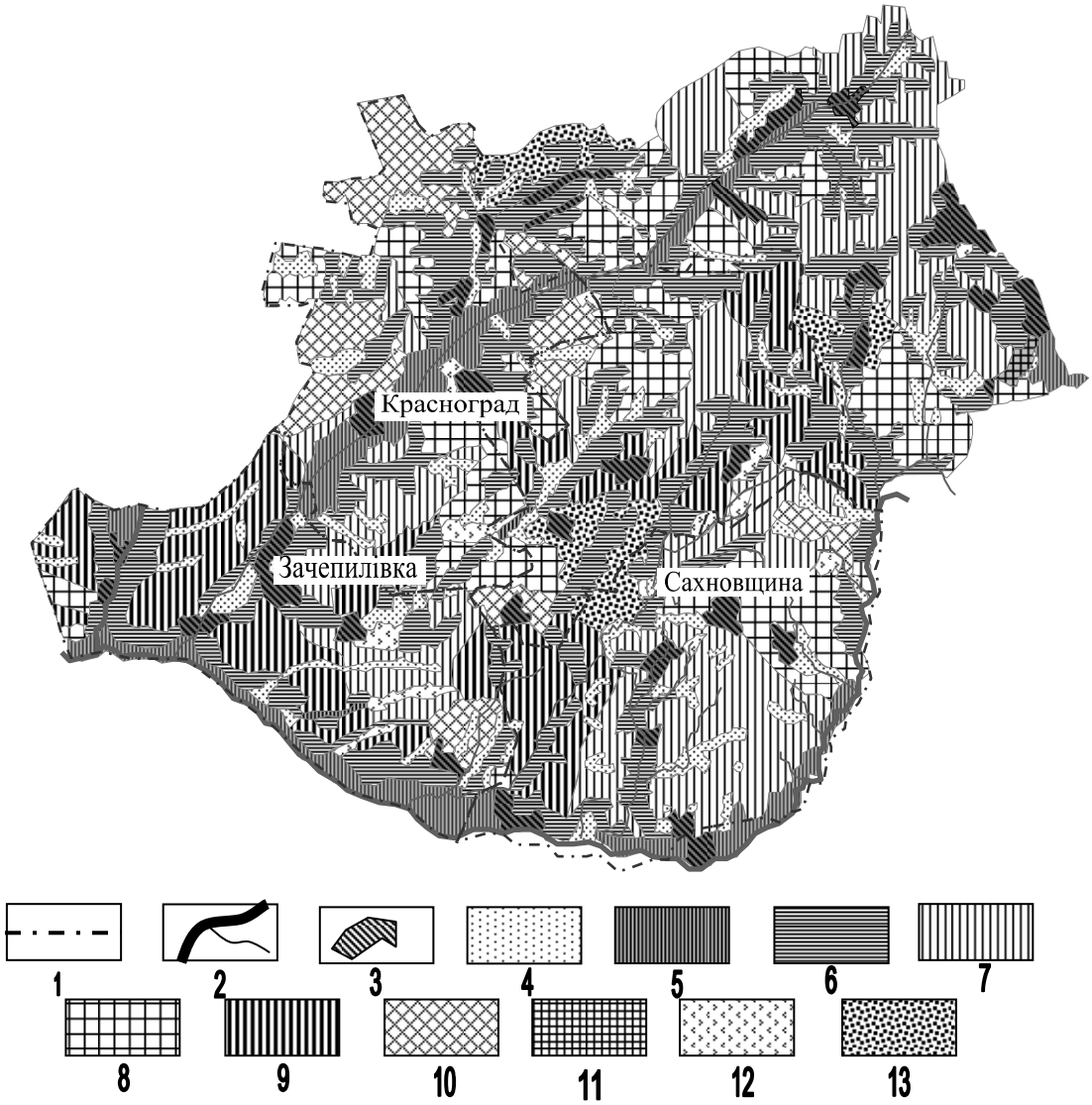


Рис. 3.1.4. **Функціональні типи сільськогосподарського використання земель (фрагмент):**

1 *– адміністративні кордони;* ***2*** *– ріки;* ***3*** *– населені пункти;* ***4*** *– ділянки сіножатей та пасовищ на заливних заплавних луках;* ***5*** *– пасовища для випасу великої рогатої худоби в теплу пору року, вибірковий викос;* ***6*** *– однолітні трави (35–40 %), озима пшениця (25–30 %), ячмінь (10–15 %);* ***7*** *– просапні культури (50–55 %), з них кукурудза (15–20 %), цукровий буряк (15–20 %), соняшник (10–15 %), озима пшениця (30–35 %), чисті пари(до 10 %), круп'яні зернові культури;* ***8*** *– те ж, що і 8, лише з більшою часткою парів;* ***9*** *– просапні культури (50–55 %), з них кукурудза (20–25 %), цукровий буряк (10-15 %), соняшник (до 15 %). озима пшениця (20-25 %), чисті пари (10 %);****10*** *– те ж, що і 9, лише з більшою часткою парів (10-13 %);* ***11*** *– овочеві культури (70-75 %), озима пшениця (до 10 %), круп'яні зернові (до 10 %), кукурудза (до 10 %);* ***12*** *– сади, ягідники;* ***13*** *– системи землеробства із застосуванням добрив понад 500 кг діючої речовини на 1 га ріллі*

На карті «Функціональні типи сільськогосподарського використання земель» (рис.3.1.4) відбиті потенційні площі. У легенді карти «Сільськогосподарське використання земель» (рис.3.1.2.) вони відповідають розділу «Землі, що використовуються переважно як рілля у складі ґрунтозахисних сівозмін».

Ступінь невідповідності статистичних і потенційних площ ріллі, зайнятої фуражними культурами, може визначати раціональність використання природних можливостей території для кормовиробництва, а в більш широкому розумінні – відповідність спеціалізації сільського господарства наявному біокліматичному потенціалу. Пошуки такої відповідності – це реальний шлях досягнення екологічної збалансованості всієї агросфери. Таке співвідношення можна виразити наступною формулою:

$$Кф = \frac{Пл.ф.с.}{Пл.ф.п.}$$

де *Кф* – коефіцієнт фуражного використання ріллі; *Пл.ф.ст.* – статистична площа ріллі, зайнятої фуражними культурами; *Пл.ф.п.* – потенційна площа ріллі, зайнятої фуражними культурами.

Залежність, що виражається даною формулою, можна визначити так: *чим вище коефіцієнт Кф, тим гірше використовується потенційна фуражна рілля і тим, відповідно, нижче реальна товарність рослинництва в даному господарстві.*

З екологічних же позицій високе значення коефіцієнта *Кф* означає, що екотоп вторинних консументів (сільськогосподарських тварин із різними формами утримання) займає більшу площу, ніж та, яку початково відведено людиною (рис. 3.1.6.) В даному випадку перед нашими очима – яскравий приклад «пастки для простору».

Власне, такі пастки розставляються не лише у тваринництві, а й у рослинництві. Так, у деяких роботах робляться спроби зіставити статистичну (економічну) і потенційну (природну) продуктивність агроекосистем: «Нинішня врожайність у США (2,1 т/га) значно нижча, ніж у Європі (3,5 т/га), оскільки економічні фактори витісняють пшеницю з районів, де кліматичні умови дозволяють реалізувати її потенційно можливу продуктивність. Це економічне втручання так сильно змінює продукцію сільського господарства, що за даними сільськогосподарської статистики не можна судити ні про потенційну врожайність, ні про відносний потенціал землеробства даної території» (Мітчелл, 1987).

Сьогоднішні умови ринкової економіки значною мірою підтерджують цей висновок, оскільки господарства (як фермерські, так і напівдержавні) у гонитві за прибутком змушені розвивати спеціалізацію, яка дуже далека від оптимальної для даного агрокліматичного потенціалу, а отже, ту, що порушує енергетичний баланс між трофічними рівнями агроекосистем.

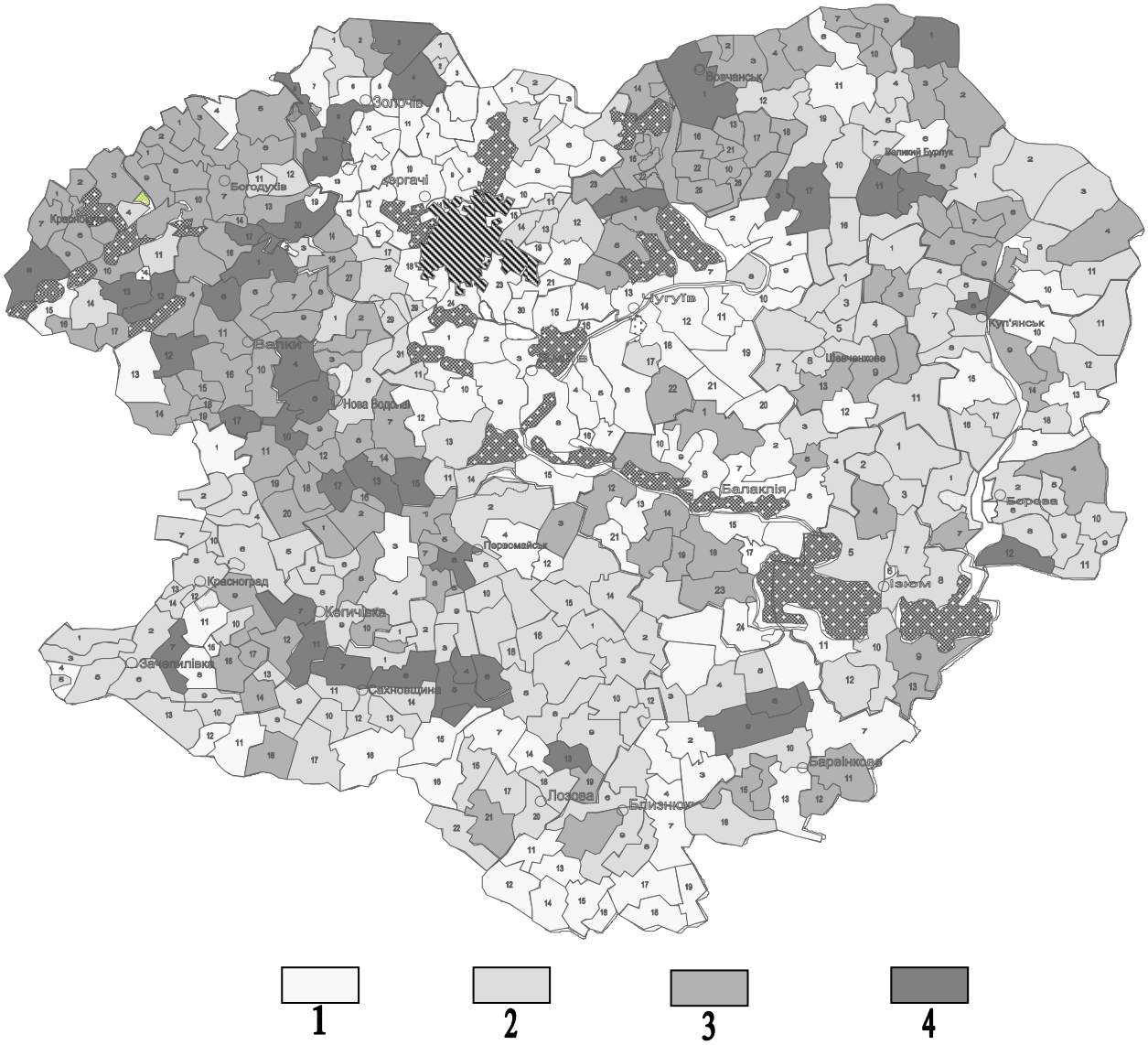


Рис. 3.1.6. **Збільшення «екотопу» первинних консументів в агроекосистемі** (фактична площа під фуражними культурами).

Частка умовно «повернутої» посівної площі у всій посівній площі зернових культур: 1 – менше 24 %; 2–24–27 %; 3–27–30 %; 4 – понад 30 %

Приведення у відповідність потенційної і статистичної площ ріллі, зайнятої фуражними культурами з наступним зниженням коефіцієнта фуражного використання ріллі можливе за умови удосконалення систем землеробства на схилах з більшим використанням кормових трав. Тим самим вивільняється місце у вододільних сівозмінах для просапних і зернових культур, але вже із заздалегідь відомою товарною якістю. Кормові трави, володіючи потужною кореневою системою, добре закріплюють схил і в той же час залишаються більш дешевими для виробництва. Є приклади, що підтверджують факт зниження енерговитрат за допомогою застосування органічних і зелених добрив на 40 % порівняно з тими випадками, коли застосовуються мінеральні добрива. Істотним є також факт поліпшення при

цьому структурного складу ґрунту і зниження небезпеки ерозійних процесів, що ведуть до змиву поживних речовин на схилах (Піментел, 1987).

У таблиці 3.1.2. наводяться результати розрахунку коефіцієнта фуражного використання ріллі. Коефіцієнт розраховувався на прикладі типових господарств, а потім дані поширювалися на весь район, за яким обирався «ключ»[126]. Тому можуть мати місце деякі похибки в значеннях ***Кф*** (абсолютних), але у цілому відносні значення коефіцієнта відповідають тим природним характеристикам, за сполученням яких обиралися «ключові» типові господарства.

Таблиця 3.1.2

Значення коефіцієнта фуражного використання ріллі (Кф) для різних ландшафтів

Тип ландшафту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кф	3,142	2,234	5,181	4,388	2,607	3,743	1,792	6,015	2,368	2,005

Порівняння значень коефіцієнта фуражного використання ріллі з даними карти «Збільшення екотопу первинних консументів в агроекосистемі» (рис.3.1.6.) і даними прибутку від продажу зерна дозволяє дійти наступних висновків:

1. Максимальне умовне «повернення» площ під фуражними культурами за рахунок зменшення продовольчої якості зерна (до 30 %) збігається з районами, де максимальне значення прибутку по зернових культурах. При цьому величина коефіцієнта змінюється відповідно до економічних і природних особливостей території. Так, у 1-му типі ландшафтів значення Кф – середнє по області за рахунок високих врожаїв зернових культур, але не оптимальне (відмінне від 1 на два порядки) за рахунок значних площ схилових земель, прив’язаних до средньозмитих ґрунтів (до 25 %).

У 2-му типі ландшафтів Кф = 2,234 пояснюється підвищенням еродованості території за рахунок особливостей гідрографічної мережі (дрібні сильно звивисті водотоки) і зниженням можливості в зв'язку з цим обробітку ґрунту сільськогосподарською технікою. Площі схилових земель такі ж, як і в першому районі, але прибуток від зернових культур знижується.

[126] Вибір «ключових» просторових одиниць – чи не найдавніший методичний прийом у географії, який був застосований П. П. Семеновим-Тянь-Шанським ще у XIX столітті при розробці схеми економічного районування Росії.

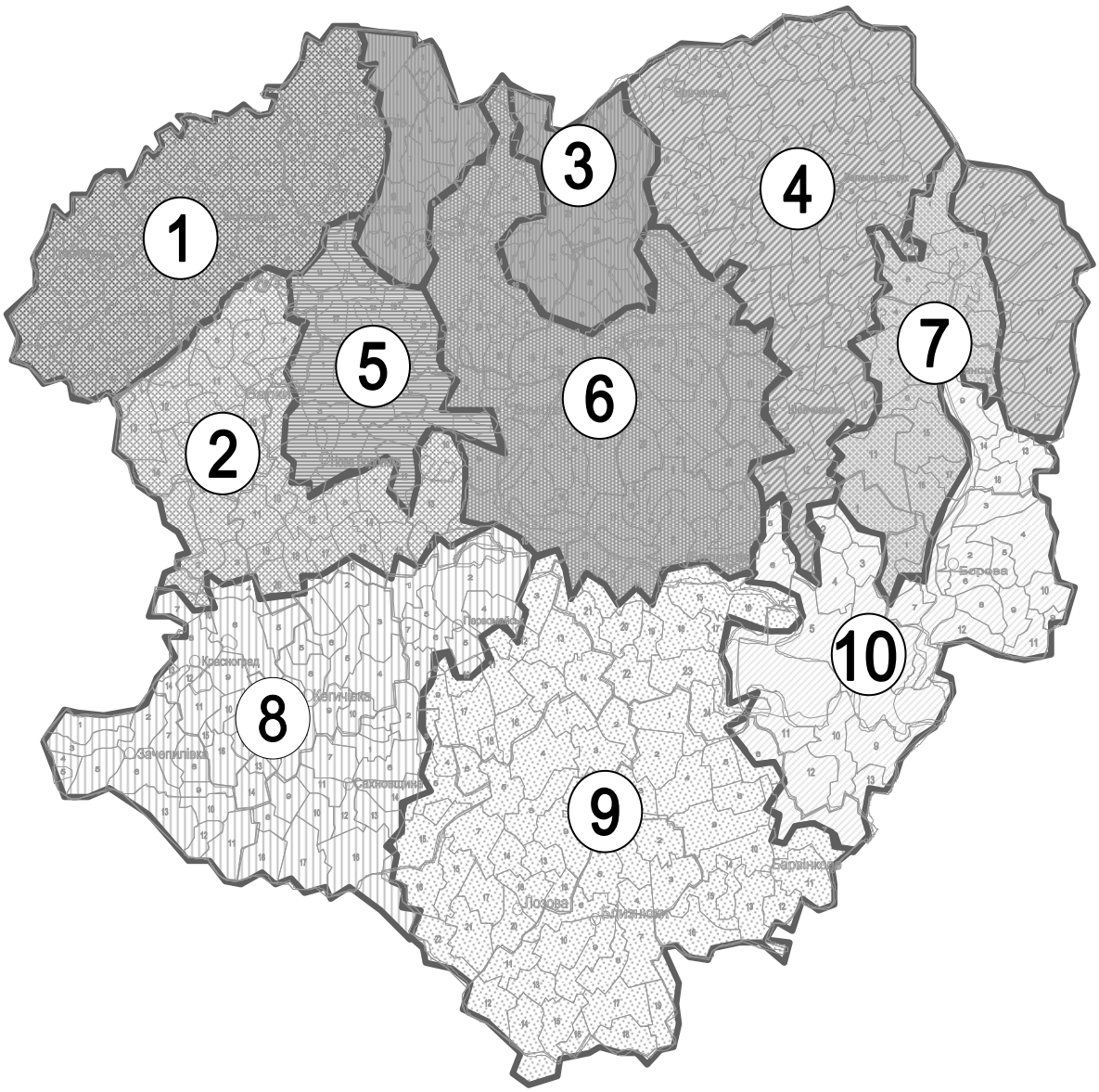


Рис. 3.1.7. Ландшафти Харківської області (за О. М. Мариничем, 2005):
1 – розчленовані пологохвилясті лесові підвищені рівнини на глинах і пісках кайнозойського віку з черноземами потужними, середньогумусними, важко- та середньосуглинними; **2 –** розчленовані пологохвилясті рівнини на глинах і пісках кайнозойського віку з черноземами потужними, середньогумусними, легкосуглинними; **3 –** сильнорозчленовані останцево-хвилясті височини з дібровами, ярами і балками, врізаними в крейдові і палеогенові породи з черноземами потужними, середньогумусними, важкосуглинними; **4 –**- сильнорозчленовані останцево-хвилясті височини на крейдових і палеогенових породах з черноземами потужними, середньогумусними, легкосуглинними; **5 –** сильнорозлченовані лесові височини на кайнозойських глинах, пісках, алевритах, з черноземами опідзоленими, малогумусними в комплексі з темно-сірими опідзоленими ґрунтами важкосуглинними; **6 –** терасові лесові рівнини на породах палеогенового віку (глини, піски, алеврити) з черноземами потужними середньогумусними легкосуглинними в комплексі з черноземами звичайними середньогумусними і темно-сірими опідзоленими грунтами важкосуглинними; **7 –** терасові лесові рівнини на лесових і елювіальних породах палеогенового і крейдового віку з черноземами реградованими в комплексі з черноземами опідзоленими переважно важко суглинними;. **8** – слаборозчленовані низинні рівнини на лесових породах плейстоценового віку з черноземами звичайними, середньогумусними потужними легкосуглинними.; **9 –** підвищені розчленовані лесові рівнини на породах неоген-палеогенового віку з черноземами звичайними середньогумусними, потужними, легкосуглинними; **10 –** лесові акумулятивно-денудаційні середньорозчленовані височини з ярами і балками, врізаними в карбонатні відклади з *черноземами звичайними.*

У 8-му типі ландшафтів Кф = 6,015 – найвище значення по області. Пояснюється це мінімальними площами під схиловими землями (7–10 % у площі ріллі) і небхідністю в зв'язку з цим висівати фуражні культури у вододільних польових сівозмінах. При цьому умовне «повернення» посівних площ під зерновими культурами знижується в господарствах, розташованих у заплавах рік Берестова й Оріль за рахунок використання природних кормових угідь, прив'язаних до заплав даних рік. Таким чином, характерною рисою, що поєднує 1-й, 2-й і 3-й типи ландшафтів, є значне умовне «повернення» (27–30 %) площ під зерновими культурами на користь фуражних. З огляду на високу господарську цінність земель даних районів для виробництва зернових культур продовольчих сортів (прибуток від зернових – максимальний) існує необхідність більш чіткого обґрунтування виробничого профілю тваринництва з метою приведення реальної товарності рослинництва у відповідність з біокліматичним потенціалом території.

Такий захід не суперечить наведеному вище принципу екологічної толерантності рослинництва, ще і тому, що зернові культури при розрахунку відповідного коефіцієнта є найбільшим «вкладником» у загальне позитивне його значення.

2. Мінімальне умовне «повернення» площ під фуражними культурами за рахунок концентрованих кормів (менше 24 %) збігається з межами заплавно-приміського району. Це пояснюється, по-перше, значними (до 48 %) площами кормових культур, необхідними для утримання молочного поголів'я; по-друге, низькою ефективністю виробництва зернових культур у заплавно-приміському районі. Низьку ефективність підтверджують дані аналізу врожайності і витрат на прикладі дослідження динаміки врожайності у приміському господарстві «Рассвет», типове для Зміївського району.

Коливання *Кф* досить значні – від 5,131 у 3-му типі ландшафтів до 2,607 у 5-му і 3,747 у 6-му. Високе значення коефіцієнта в 3-му типі пояснюється великими площами схилових земель (27–30 %), де в складі ґрунтозахисних сівозмін озима пшениця займає 30–35 % площі, а також тим, що реальна товарність рослинництва знижується за рахунок зниження необхідності займати великі площі під посіви овочів (валова продукція рослинництва приблизно вдвічі нижче, ніж у 1-му і 2-му лісостепових районах.

У 5-му і 6-му типах *Кф* наближається до середнього по області. Зниження його порівняно з 3-м типом відбувається тому, що виражається в кращому використанні природних можливостей території для скотарства. Так, у господарствах цих типів значну частку в складі кормів становлять пасовищні: для молочного гурту 15–18 %, для великої рогатої худоби на відгодівлі 20–25 %. І незважаючи на значну розчленованість (площа

схилових земель доходить до 27–30 % у площі ріллі), усе-таки вододільні ділянки польових сівозмін більше вивільнені для товарного рослинництва. Це підтверджує аналіз насичення сівозмін. Тут на схилах висіваються багаторічні трави (40–45 %), ячмінь (20–25 %), однолітні трави (до 50 %). Відповідно, у господарствах даних районів збільшується частка зелених кормів у складі стійлових до 30 %.

3. Степові ландшафти 4, 7, 9, 10 за умовним «поверненням» площ під фуражними культурами об'єднані. Тут частка умовно повернених площ менше 25 %, що відповідає даним з прибутку від продажу зерна (найменшим в області). У більшості випадків невелика частка умовно повернених площ пояснюється тут зниженням врожайності до 1,8–2,0 т/га. Важливо відзначити, що тут *Кф* знижується до 2–2,5, а в 7-му типі ландшафтів він найнижчий по області і дорівнює 1,792. Це пояснюється тим, що в степових районах сівозміни в основному використовуються для виробництва зеленого корму і посіяні там фуражні зернові культури дійсно відповідають фуражній якості, що підтверджується даними статистики[127].

В агроекології відомо, що свого роду загальним знаменником для кількісного зіставлення рослинництва і тваринництва може бути кількість енергії, яку одержують продуценти (рослини) і споживають консументи (окремий випадок – травоїдні тварини) (Одум, 1986). Саме енергетичні відносини є основою для виділення харчових ланцюгів різних трофічних рівнів в екосистемах. Так, товарному рослинництву притаманні характеристики харчових ланцюгів типу «ґрунт – рослина – людина». Тут енергія, акумульована рослинами, надходить безпосередньо людині як консументу вищого порядку. Інший трофічний рівень, властивий агроекосистемам, підключає в ланцюг після «рослини» ще одного консумента 1-го порядку – «травоїдна тварина», де енергія, накопичена продуцентом, концентрується у вигляді удоїв і приваг.

Власне, тут необхідно мати на увазі, що класифікувати площі, засіяні фуражними культурами або тими, що реально вживаються як фураж (хоч і опосередковано через «повернені» площі), коректніше як «ареал помешкання первинних консументів». Зважаючи на вирощувані там кормові культури, людина штучно «призначає» цим територіям певні *екологічні функції*, зокрема забезпечення їжею травоїдних консументів. Власне, на карті «Функціональні типи використання земель» (рис.3.1.4.) і позначені саме екологічні (трофічні) функції окремих типів землекористування.

Отже, з екологічних позицій природна екосистема, видозмінена людиною в агроекосистему, відрізняється від природних аналогів лише просторовою структурою едафічних компонентів (еконіш, екотопів, ареалів),

[127] Годовые отчеты колхозов и совхозов Харьковской области за 1985 год. Электронная разработка для колхозов и совхозов. Областное статистическое управление. – Харьков, 1985.

в якій людина свідомо змінює екотоп травоїдних тварин для досягнення більшої продуктивності біомаси.

Історія розвитку сільського господарства свідчить про те, що зі зростанням населення і розвитком урбанізації природних кормових угідь для відгодівлі худоби стало не вистачати. Саме тому на межі XIX–XX століть у структурі ріллі свідомо відводиться «фуражна рілля», призначена саме для забезпечення кормами сільськогосподарських тварин. Власне кажучи, історична межа початку індустріалізації відповідала площам фуражної ріллі, що не перевищували 15–20 %. Такі значення цього показника, напевне, є тією умовною межею, з якої починається шлях до докорінної антропогенної трансформації природних ландшафтів. І дійсно, за оцінками сучасних екологів (Данілов-Даніельян, 2003) саме кінець XIX століття оцінюється як «перехід» через 1 % відсоток енергії, «відведений» біосферою для енергоспоживання популяцією *Homo Sapiens*.

За сучасними оцінками (Сонько, 2003) людина у процесі просторового розвитку свого виду «випередила» на якийсь період природу, передусім «відірвавшись» від неї у просторі. Якщо ж додержуватись класичних уявлень про простір-час у межах релятивної концепції часу, згідно з якою час є мірою простору, то цілком вірогідно знаходження на будь-яких територіях, заселених людьми (і тих, на яких ведеться сільське господарство), початкових ареалів людини, які впродовж часу поступово змінюються. Такі оцінки можуть бути здійснені шляхом аналізу коливань природних і економічних меж агроекосистем (рис. 3.1.8.).

Враховуючи, що типи організації території є початковим етапом «розповзання» меж агроекосистем, саме межі типів організації території можна умовно вважати ареалом нашого виду. Стосовно ж екотопу *Homo Sapiens,* то його «пошук» можливий на найнижчих рівнях ландшафтної організації простору – місцевостей, урочищ та фацій. Власне, теоретичні підходи, закладені у відомій роботі російського економіста-аграрника О. В. Чаянова (Крестьянское хазяйство, 1998) стосовно розміру (площі) селянського господарства, інтерпретовані з позицій екосистемної динаміки, дозволяють «окреслити» екотоп Людини, який у більшості випадків повинен збігатись із межами первинних ландшафтних просторових одиниць.

Завдання «вписання» сільськогосподарського природокористування у природні екосистеми/природні ландшафти повинне сьогодні стати головним завданням екологів, географів, економістів, аграрників. Власне, для цього в Україні склались усі необхідні передумови. Зокрема, особливості рельєфу є тією природною основою, на якій відбувається виділення як первинних ландшафтних одиниць, так і описаний вище поділ на фуражну і товарну ріллю.

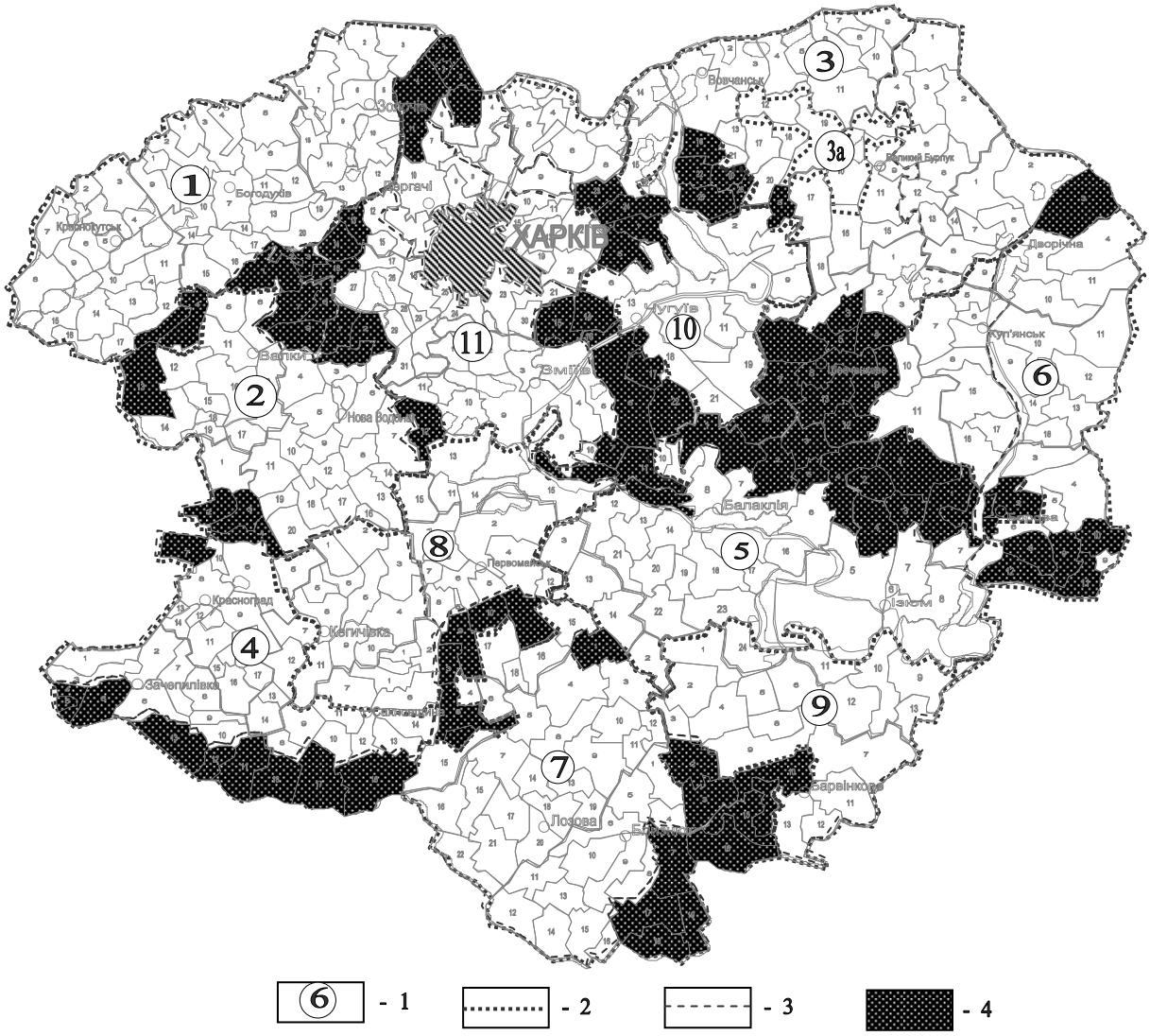


Рис.3.1.8. **Первинні ареали помешкання *Homo Sapiens***:
1 – номери сільськогосподарських районів; 2 – межі сільськогосподарських районів (економічні межі агроекосистем); 3 – межі типів організації території (ареали Homo Sapiens) природні межі агроекосистем); 4 – ділянки (сегменти) простору, на які «незбігаються» природні та економічні межі агроекосистем

Наведений методичний підхід дозволяє чіткіше формалізувати проблему збалансованого природокористування в сільському господарстві, дослідивши, зокрема, непомітні на перший погляд, глибоко структуровані енергетичні відносини в агроекосистемах. Якщо позначити функції окремих ділянок землекористування із забезпечення їжею харчових ланцюгів різних трофічних рівнів, то відкриваються можливості для «прив'язки» окремих енергетичних потоків до конкретних територій.

Спроби географічної класифікації екосистем уже мали місце. Так, Ю. А. Ісаков, Н. С. Казанська, Д. В. Панфілов (1980) визначають природні кормові угіддя як напівприродні екосистеми, ріллю – як антропогенні екологічні комплекси.

Коливання меж товарної і фуражної ріллі різною мірою залежать від природних і економічних факторів. Сьогодні в умовах грабіжницької експлуатації вітчизняних ґрунтів агрохолдингами, межі між товарною і фуражною ріллею мають нечіткий характер внаслідок намагання максимально «витягнути» з землі найбільший прибуток. Наведені погляди про трофічні відносини в агроекосистемах можуть відіграти важливу роль у формуванні уявлень про збалансоване природокористування в агросфері як невід'ємній частині біосфери.

3.1.4. Просторова організація агроекосистем

Типи просторової організації сільськогосподарської території. У формуванні меж агроекосистем особливу роль відіграє організація сільськогосподарської території. Районування за типами організації території створює уявлення про прив'язку окремих видів сільськогосподарських угідь до елементів гідрографії, рельєфу, дорожньої мережі, допомагає точніше усвідомити селбищні закономірності. Але найголовніше, воно значною мірою характеризує стійкість сільськогосподарського виробництва в межах природних екосистем (Ракитников, 1970).

Тип організації сільськогосподарської території – *це первинний етап зміни природних ландшафтів під антропогенним впливом з метою зарегулювання потоків речовини й енергії в природних екосистемах для збільшення продукції окремих видів рослин і тварин.* При цьому, якщо ландшафтне районування визначає межі природних екосистем, то районування за типами організації території визначає межі сільськогосподарських екосистем (Родоман, 1982; Краммел, 1987; Сонько, 2003).

Оскільки при виділенні типів організації території провідним є показник співвідношення ріллі і природних кормових угідь, що характеризує функції окремих ландшафтів у сільськогосподарському виробництві, то ступінь невідповідності меж ландшафтних одиниць відповідних рівнів і меж типів організації території характеризує тенденції розвитку сільськогосподарських екосистем під впливом землекористування.

Отже, *агроекосистема – це залучена у сільськогосподарське виробництво частина природного ландшафту і та, що у функціональному відношенні зберігає особливості речовинно-енергетичного обміну природних екосистем, але територіально прив'язана до антропогенних ландшафтів (як окремий випадок – агроландшафтів).* Агроекосистема має подвійний характер меж унаслідок неоднакової підпорядкованості у своєму розвитку природним і суспільним законам. В агроекосистемі існують природні межі, які відповідають межам типів організації території, та економічні межі, які відповідають межам сільськогосподарських районів.

Для усвідомлення такої двомірності звернімось до просторового аспекту розвитку агроекосистем. Оскільки акт переводу ріллі в природні кормові угіддя (і навпаки) відбувається відносно рідко, то пропорції в співвідношенні ріллі та природних кормових угідь зберігаються впродовж тривалих періодів (понад 10 років). Це знижує можливість знайти щорічні коливання в зміні функцій окремих видів землекористування з погляду речовинно-енергетичного обміну. Проте такий показник, як співвідношення товарної і фуражної ріллі, розрахований вище, надає цю можливість і допомагає у такий спосіб визначити ступінь впливу господарської підсистеми на природну.

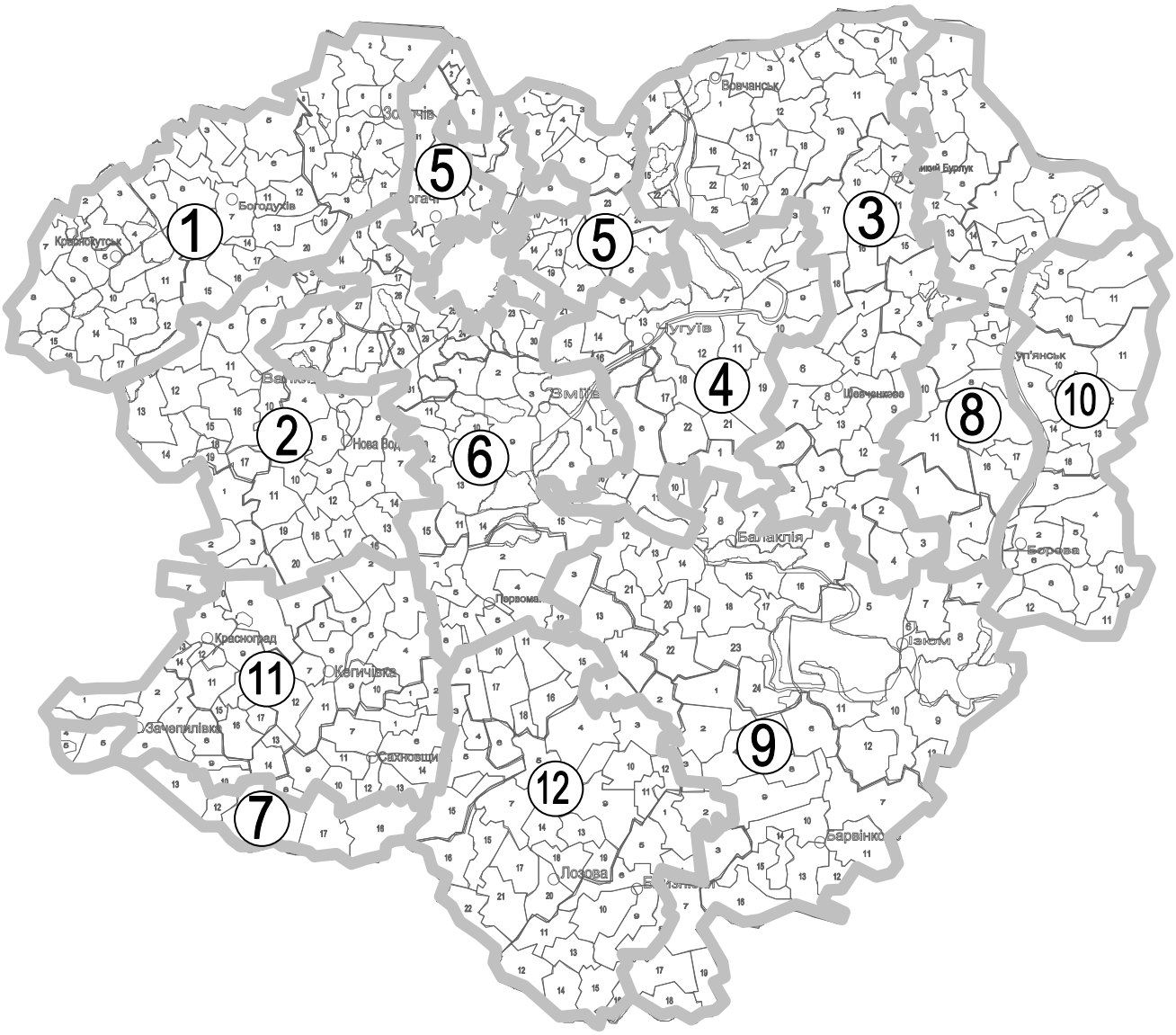


Рис.3.1.9*. Типи організації сільськогосподарської території*
(Характеристика окремих типів в таблиці 3.1.1.)

Таблиця 3.1.3.

Розрахункові показники для типів організації території

№ з/п	Переважаючі типи ландшафтів	Частка ріллі в сільськогосподарських угіддях, %	Частка природних кормових угідь в сільськогосподарських угіддях	Площа природних кормових угідь, що припадає на 1 га ріллі, га	Переважаючий вид природних кормових угідь	Частка грунтозахисних сівозмін в землях,що обробляються, %	Частка зрошуваних земель в сільськогосподарських угіддях, %	Густота населених пунктів, що припадають на 1 господарство,шт.	Людність населених пунктів, тис. чол.	Переважаюча планувальна форма населених пунктів	Переважаючий тип покриття автошляхів внутрішньогосподарського сполучення	Коефіцієнт транспортно-географічного положення
1	Розчленовані похило-хвилясті лесові підвищені рівнини з чорноземами потужними середньо гумусними легкосуглинними	85–90	10–15	0,37	Сіножаті	25	3	5	0,1–10	Лінійна	Ґрунтові	1,5
2	Розчленовані похило-хвилясті лесові підвищені рівнини з чорноземами потужними середньо	80–85	15–20	0,43	Сіножаті	25	3	10	0,5	Кучова	Ґрунтові	1,0
3	Розчленовані останцево-хвилясті височини з чорноземами потужними ссередньогумусними глинистими	75–80	20–25	0,51	Сіножаті	23	3	4	0,5–1,0	Лінійна	Тверде	1,2
4	Терасові лесові рівнини з чорноземами потужними середньогумусними легкосуглинними	75–80	20–25	0,38	Сіножаті	17	17	2	2–5	Лінійна	Ґрунтові	1,0
5	Сильнорозчленовані останцево-хвилясті височини з чорноземами потужними середньогумусними важкосуглинними	75–80	20–25	0,45	Пасовища	27	7	3	0,1–5	Квартальна	Тверде	1,2

6	Сильнорозчленовані лесові височини з чорноземами опідзоленими малогумусними в комплексі з темносірими опідзоленими ґрунтами важкосуглинними	70–75	25–30	0,66	Пасовища	27	17	3	0,1–5	Лінійна	Тверде	1,4
7	Лесові рівнини з чорноземами звичайними середньогумусними в комплексі з лучно-чорноземними солонцюватими ґрунтами і	70–75	25–30	0,66	пасовища	25	13	4	5	Лінійна	Ґрунтові	1,4
8	Терасові лесові рівнини з чорноземами реградованими легкосуглинними	70–75	20–25	0,41	Пасовища	25	3	5	0,2–1,0	Лінійна	Ґрунтові	1,5
9	Підвищені розчленовані лесові рівнини, а також лесові акумулятивно-денудаційні середньорозчленовані височини з чорноземами звичайними середньогумусними легкосуглинними	75–80	20–25	0,42	Пасовища	20	2	4	0,2–0,5	Лінійна	Ґрунтові	1,3
10	Сильнорозчленовані височини з чорноземами звичайними середньогумусними, легкосуглинними	80–85	15–20	0,32	Пасовища	17	3	4	0,2–1,0	Лінійна	Ґрунтові	1,5
11	Степові слаборозчленовані рівнини з чорноземами звичайними середньогумусними легкосуглинними	85–90	10–15	0,25	Пасовища	7	2	4	0,2–0,5	Ройова	Тверде	1,1

12	Підвищені розчленовані лесові рівнини з чорноземами звичайними середньогумусни ми	80–85	15–20	0,39	Пасо-вища	7	4	6	0,1–5	Кучо-ва Лінійна	Тверде	1,0

Для вивчення типів організації території використовувалися дані сільськогосподарської статистики, картографічні матеріали «Укрземпроекту» у масштабі 1:50000 і 1:25000, карти «Земельні угіддя УРСР», «Ландшафтної карти УРСР» у масштабі 1:2500000 та «Людність поселень УРСР» у масштабі 1:750000, а також особисті розрахунки авторів (Сонько, 1990; Максименко, 2008).

На території області було виділено 12 типів організації території, що характеризуються за 13 показниками (рис.3.1.9). Серед них показники стану дорожньо-транспортної мережі, людності населених пунктів, чисельності населених пунктів в одному господарстві й інші. Зокрема, дорожньо-транспортна мережа оцінювалася за величиною Ктгп – коефіцієнта транспортно-географічного положення (Топчієв, 1973, 2000). Провідним є показник співвідношення площі ріллі і природних кормових угідь. Комплексну характеристику кожного типу організації території подано в табл.3.1.3.

З аналізу показників таблиці і карти стає зрозумілим, що організація сільськогосподарської території є не просто системою заходів, спрямованих на опанування природного ландшафту в процесі сільськогосподарської діяльності, а й певним способом життя, похідним від відповідного співвідношення різних типів угідь. Відтак, розподіл певних харчових ланцюгів в агроекосистемі за визначеними територіями (окреслення екотопу) відбувається об'єктивно. В той же час, співвідношення різних типів угідь є прямо похідним від рельєфу, що дає право вважати природні межі агроекосистем тими, що об'єктивно формуються в різних країнах і при різних типах господарства.

Типологія і районування сільського господарства – основа виділення економічних меж агроекосистем. Виробнича типологія і районування сільського господарства проводилась відповідно до методики, викладеної в традиційних роботах (Мукомель, 1961; Ракитников, 1970; Крючков, 1975; Сонько, 2003). В умовах поступового переходу від лісостепу до степу (Сумська, Полтавська та Харківська області) роль природних і економічних факторів у їхньому впливі на формування меж агроекосистем складно детермінується. Природні закономірності традиційно для подібних територій стають менш помітними («відступають» на другий план) і спонукають до введення додаткових «показників-індикаторів», визначених за допомогою факторного аналізу, за результатами якого складається

нормована кореляційна матриця (Сонько, 2003). У факторному аналізі використано 20 показників (рис.3.1.10.)

Для Харківської області в якості «індикаторів» виділилися показники інтенсивності сільськогосподарського виробництва й окремі показники продуктивності: витрати праці на 1 га сільськогосподарських угідь, щільність худоби на 100 га сільськогосподарських угідь, виробництво м'яса великої рогатої худоби на 100 га сільськогосподарських угідь, частка цукрового буряка в товарній продукції, частка овочівництва в товарній продукції, середній удій від однієї корови й інші.

Виробничі типи сільськогосподарських підприємств. У результаті досліджень на території Харківської області виділено 25 виробничих типів сільськогосподарських підприємств і численні їхні підтипи. Основу їхнього формування склало молочно-м'ясне скотарство, буряківництво і зернове господарство.

Другий за значенням – тип з перевагою частки тваринництва в товарній продукції. Скотарсько-буряківничі та скотарсько-зернові господарства мають найбільше поширення. Вони представлені такими типами: молочно-м'ясне скотарство, буряківництво; молочно-м'ясне скотарство, зернове господарство; м'ясо-молочне скотарство, буряківництво; м'ясо-молочне скотарство, зернове господарство.

Тваринницькі господарства представлені наступними типами: відгодівля свиней; відгодівля молодняку великої рогатої худоби; м'ясо-молочне скотарство; молочно-м'ясне скотарство, свинарство; молочно-м'ясне скотарство, птахівництво.

Менш поширені наступні типи: молочно-м'ясне скотарство, вирощування соняшника; молочно-м'ясне скотарство, садівництво; молочно-м'ясне скотарство, сіяння багаторічних трав; молочно-м'ясне скотарство, вівчарство, зернове господарство, молочно-м'ясне скотарство; конярство; зернове господарство, молочно-м'ясне скотарство в сполученні з буряківництвом; плодівництво.

Широко представлений виробничий тип господарств, орієнтованих на великий ринковий центр, яким є місто Харків, а також міста Куп’янск, Лозова Красноград, з типами: молочно-м'ясне скотарство, овочівництво; птахівництво, молочно-м'ясне скотарство, овочівництво, молочне, молочно-м'ясне скотарство, а також птахофабрики (табл.3.1.5.).

Сільськогосподарське районування. Основу формування сільскогосподарських районів у Харківській області складають виділені вище виробничі типи сільськогосподарських підприємств, типи використання земель та типи організації сільськогосподарської території. При виділенні меж сільськогосподарських районів використовуються також показники-індикатори, визначені в результаті факторного аналізу. Використані також дані про сировинні зони підприємств по переробці сільськогосподарської

продукції а також результати аналізу відповідності типів сільського господарства ресурсам природних екосистем.

При переході в середній і дрібний масштаб виявляється зв'язок, що має прояв здебільшого в закономірному сполученні виробничих типів господарств із типами природного середовища. Так, для лісостепової зони Харківської області властиві виробничі типи господарств на базі молочно-м'ясного скотарства і буряківництва. При переході в східний лісостеп цей тип доповнюється розвинутим свинарством унаслідок розширення можливостей для виробництва концентрованих кормів. Однак даний тип дуже підданий локальним впливам, що виражаються у дії економічних факторів, таких як цукрові, олійницькі, молочні заводи, м'ясокомбінати, а також великі населені пункти.

У степових ландшафтах Харківської області тип з молочно-м'ясним скотарством і буряківництвом трансформується в тип, у якому більше представлені галузі тваринництва. Проте нечітка диференціація природних факторів у міру переходу з лісостепової в степову зону обумовлює таку ж неяскраву зміну спеціалізації. Так, у південних господарствах області молочно-м'ясне скотарство в поєднанні з буряківництвом доповнюється птахівництвом і свинарством як додатковими галузями. Лише інколи (Барвінківський і Близнюківський райони) основний молочно-м'ясний тип трансформується в м'ясо-молочний.

Проведений аналіз окремих галузей дав можливість виділити однорідні за спеціалізацією, типом використання земель та типом організації території суміжні ареали в межах області – *сільськогосподарські райони*. Об'єктивність цих меж заснована на критеріях, для виділення яких використовувалися перераховані вище групи показників. Територіальні розходження в сільськогосподарському виробництві розглядалися через призму корінних природних розходжень між лісостепом і степом із всебічним урахуванням економічних і соціальних умов. Ґрунтуючись на аналізі перерахованих вище груп типологічних показників в області було виділено 11 районів і 1 підрайон (табл.3.1.6, рис.3.1.11.).

З метою збереження природних розходжень і для цілісності сприйняття, виділені райони об'єднали в дві групи – зональні й азональні.

Зональні райони. І. Лісостепові райони молочно-м'ясного скотарства, свинарства і зернового господарства.

Найтиповішим є 1-й район (приблизно в межах Богодухівського і Краснокутського адміністративних районів); 3-й вирізняється більшою часткою соняшнику в товарній продукції (Вовчанський і Великобурлуцький адміністративні райони), інші два – перехідні до наступних. У 2-му (Нововодолазький і Валківський адміністративні райони) росте частка свинарства; у 10-му (Чугуївський адміністративний район) – овочівництва.

II. Степові райони молочно-м'ясного скотарства, зернового господарства, буряківництва і свинарства. Розходження між районами в основному складаються виходячи зі співвідношення зерна і цукрового буряка в товарній продукції.

У 4-му районі (Красноградський, Зачепилівський адміністративні райони) частка буряку така ж, як і в лісостепових районах; у 7-му (Лозівський, Близнюківський адміністративні райони) – найвища частка зерна, 6-й район (Куп'янський, Двурічанський, Шевченківський, Борівський адміністративні райони) відрізняється м'ясо-молочним напрямком скотарства. 8-й і 9-й райони в цілому схожі і мають середнє значення показників, але 9-й район має молочно-м'ясну спеціалізацію в чистому виді.

III. Азональні райони. Приміські райони. 11-й район молочно-м'ясного скотарства, овочівництва, птахівництва (Золочівський, Дергачівський, Харківський, Зміївський адміністративні райони).

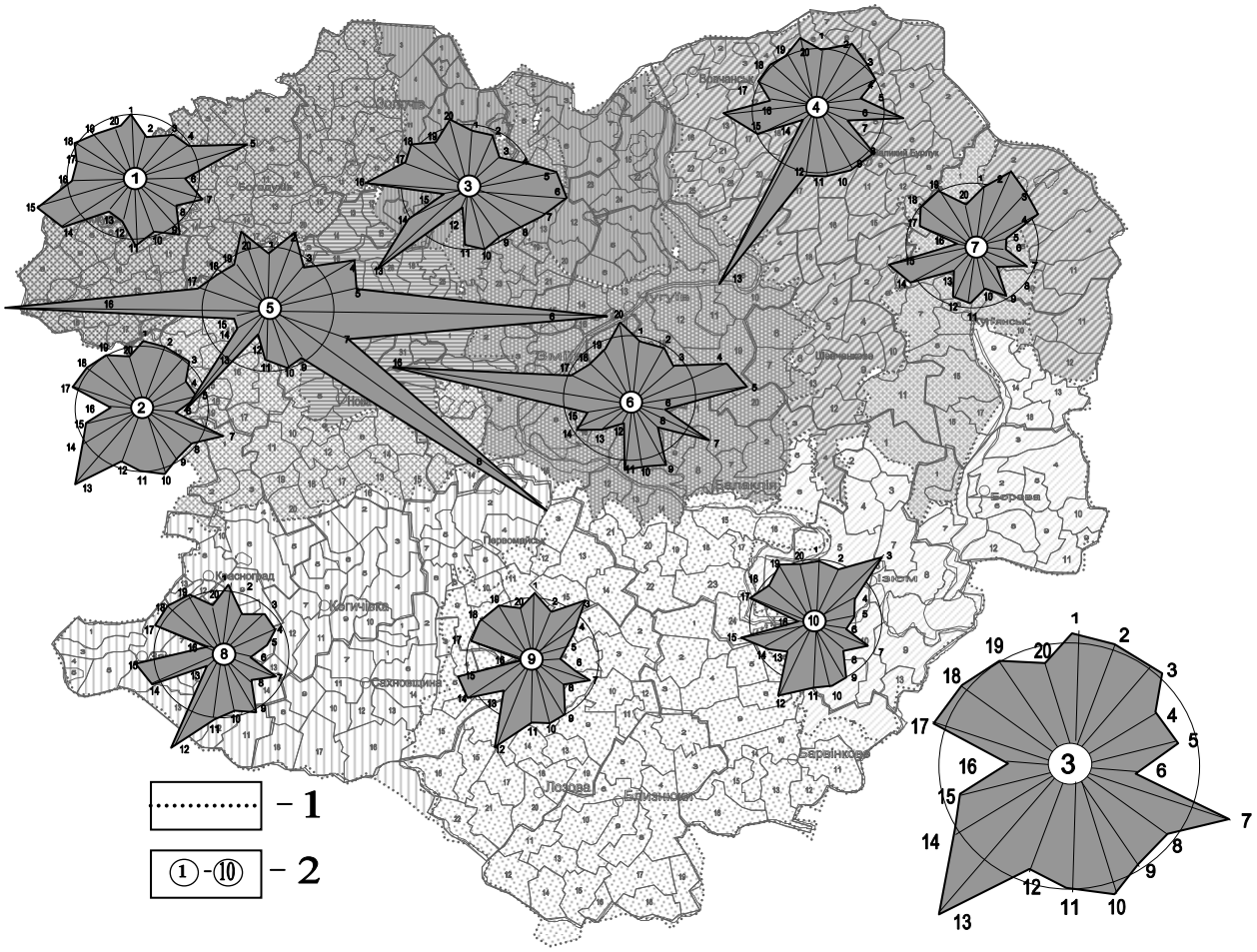


Рис.3.1.10. **Відповідність типів сільського господарства ресурсам природних екосистем (картографічна інтерпретація результатів факторного аналізу):**

1 – межі ландшафтів; **2** – типи ландшафтів за їх сільськогосподарським використанням (тип 1 – 7-й, 8-й, 9-й, 10-й види ландшафтів; підтип 1а – 4-й вид ландшафтів; тип 2 – 1-й вид ландшафтів; підтип 2а – 2-й вид ландшафтів; тип 3 – 3-й, 5-й, 6-й види ландшафтів); **3** – графік розподілу показників згідно зі списком,наведеним нижче*:

1** – частка ріллі в сільськогосподарських угіддях, %; **2** – частка природних кормових угідь в сільськогосподарських угіддях; (3) – площа сільськогосподарських угідь, що припадає на одного працівника, зайнятого в сільському господарстві, га; (4) – витрати праці на 1 га сільськогосподарських угідь, чол/дні; (5) – вартість основних виробничих фондів на 1 га сільськогосподарських угідь, тис. руб. (6) – щільність худоби на 100 га сільськогосподарських угідь, ум. голів; (7) – виробництво молока на 100 га сільськогосподарських угідь, ц; (8) – виробництво м'яса на 100 га сільськогосподарських угідь, ц; 9 – частка рослинництва в товарній продукції, %; 10 – частка тваринництва в товарній продукції, %; 11 – частка скотарства в товарній продукції, %; 12 – частка свинарства в товарній продукції, %; (13) – частка птахівництва в товарній продукції; 14 – частка зернового господарства в товарній продукції; (15) – частка буряківництва в товарній продукції; (16) – частка овочівництва в товарній продукції; 17 – середній удій від однієї корови на рік, кг; 18 – зернові культури в посівах; (19) – просапні культури в посівах; 20 – кормові трави в посівах.

*Середньообласні значення всіх показників прийняті за 1. Коло відповідає вісі абсцис, вектори, що виходять з центра кола – вісям ординат. Відстань від дуги кола до центра відповідає відстані від 0 до –1 по вісям ординат.

****1,2** – показники, що згруповані в фактор «тип організації території»; (3) – показники (цифри у дужках), згруповані в фактор – «рівень інтенсивності»; 9 – решта показників

Таблиця 3.1.5

Виробничі типи сільськогосподарських підприємств Харківської області (станом на 1985 рік)

№ типу	Назва типу	Ступінь зональності
	Скотарсько-буряківничі	
1	Молочно-м'ясне скотарство, буряківництво в поєднанні з:	**
1а	зерновим господарством	***
1б	зерновим господарством і вирощуванням соняшнику	**
1в	зерновим господарством і свинарством	
1г	вирощуванням соняшнику	*
1д	розвинутим насінництвом цукрового буряка	
1є	розвинутим свинарством	
1ж	птахівництвом	
2	М'ясо-молочне скотарство, буряківництво в поєднанні з:	
2а	зерновим господарством	***
2б	зерновим господарством і вирощуванням соняшнику	**
2в	вирощуванням соняшнику	*
2г	вирощуванням соняшнику і з зерновим господарством	**
2д	розвинутим насінництвом цукрового буряка і з зерновим господарством	
	Скотарсько-зернові	
3	Молочно-м'ясне скотарство, зернове господарство в поєднанні з:	**
3а	буряківництвом	*
3б	буряківництвом і з вирощуванням соняшнику	*
3в	вирощуванням соняшнику і свинарством	
3г	овочівництвом	
3д	розвинутим свинарством	
3е	розвинутим свинарством, вирощуванням соняшнику і з буряківництвом	
3ж	птахівництвом і з буряківництвом	
4	**М'ясо-молочне скотарство, зернове господарство поєднанні з:**	
4а	буряківництвом	*
4б	буряківництвом і розвинутим свинарством	
	Скотарсько-олійницькі	
5	**Молочно-м'ясне скотарство, вирощування соняшнику в поєднанні з:**	*
5а	буряківництвом	
5б	буряківництвом і зерновим господарством	
5в	розвинутим свинарством	
	Скотарсько-овочеві	
6	**Молочно-м'ясне скотарство, овочівництво в сполученні**	
6а	зерновим господарством	
	Скотарсько-садівничі	
7	**Молочно-м'ясне скотарство, садівництво в поєднанні з:**	
7а	баштанництвом і зерновим господарством	

Продовження табл. 3.1.5

Скотарсько-насінницькі		
8	**Молочно-м'ясне скотарство, насінництво багаторічних трав у поєднанні з:**	
8а	садівництвом і зерновим господарством	
Тваринницькі		
9	**Відгодівля свиней в поєднанні з:**	
9а	молочно-м'ясним скотарством	
9б	м'ясо-молочним скотарством	*
9в	молочно-м'ясним скотарством і буряківництвом	
9г	молочно-м'ясним скотарством, буряківництвом і зерновим господарством	
9д	молочно-м'ясним скотарством, буряківництвом і зерновим господарством та вирощуванням соняшнику	
9е	молочно-м'ясним скотарством і вирощуванням соняшнику	
10	**Відгодівля молодняка великої рогатої худоби в поєднанні з:**	
10а	буряківництвом	**
10б	буряківництвом і зерновим господарством	**
10в	буряківництвом, зерновим господарством і вирощуванням соняшнику	
10г	буряківництвом і вирощуванням соняшнику	
10д	зерновим господарством	*
10є	зерновим господарством і з буряківництвом	**
11	**М'ясо-молочне скотарство в поєднанні з:**	
11а	свинарством і буряківництвом	
11б	свинарством і зерновим господарством	**
11в	свинарством, зерновим господарством і буряківництвом	*
11г	вівчарством і буряківництвом	
12	**Молочно-м'ясне скотарство, свинарство в поєднанні з:**	
12а	буряківництвом	*
12б	буряківництвом і зерновим господарством	
12в	зерновим господарством	*
l2г	зерновим господарством і з буряківництвом	
12д	зерновим господарством і вирощуванням соняшнику	
12е	вирощуванням соняшнику і буряківництвом	
13	**Молочно-м'ясне скотарство, птахівництво в с поєднанні з:**	
13а	буряківництвом	
13б	буряківництвом і зерновим господарством	
13в	вирощуванням соняшнику	
13г	вирощуванням соняшнику і буряківництвом	
13д	зерновим господарством, свинарством, вирощуванням соняшнику і буряківництвом	
14	**Молочно-м'ясне скотарство, вівчарство, зернове господарство, вирощування соняшнику**	
15	**Птахівництво, молочно-м'ясне скотарство в поєднанні з:**	
15а	буряківництвом	
16	**Птахівництво, зернове господарство**	
17	**Вівчарство, зернове господарство, молочно-м'ясне скотарство в поєднанні з:**	
17а	вирощуванням соняшнику	
18	**Конярство**	

Продовження табл. 3.1.5

Овочівницько-молочні		
19	**Овочівництво, молочно-м'ясне скотарство в сп поєднанні з:**	
19а	зерновим господарством	
Зерно-скотарські		
20	**Зернове господарство, молочно-м'ясне скотарство в поєднанні з буряківництвом**	
21	**Овочівництво, картоплярство**	
22	**Плодівництво**	
22а	в поєднанні з молочно-м'ясним скотарством	
23	**Клітинне звіроводство**	
24	**Птахофабрики**	
25	**Навчальні, дослідні, підсобні та інші господарства**	

IV. Заплавні райони. 5-й район (Балаклійський і Ізюмський адміністративні райони). Займає заплаву ріки Сів. Донець нижче Змієва і спеціалізується на молочно-м'ясному скотарстві та буряківництві.

Таким чином, зонально-поясні типи сільськогосподарських ландшафтів у своєму поширенні повторюють зонально-поясну географію природних ландшафтів. У цьому їхня істотна відмінність від традиційних сільськогосподарських зон і районів, що хоча і виявляють зв'язок із природними умовами, але позбавлені такої тісної територіальної прив'язки до природних зон і районів, як сільськогосподарські ландшафти (Мильков, 1984). Щодо можливостей збігу природного і сільськогосподарського районування А. Н. Ракітніков відзначає, що такий збіг спостерігається доволі часто, але це не може бути загальним правилом (Ракітніков, 1970).

З огляду на той факт, що в деяких роботах (Федіна, 1984; Жученко, 1980; Лосев, 2000) ставиться знак рівності між ландшафтно-сільськогосподарською системою й агроекосистемою, необхідно відзначити, що якщо ландшафтне районування описує межі природних екосистем, а зведення економічних показників у межах ландшафтних районів має більше статистичний, описовий характер, то районування за типами організації території, проведене вище, тісніше пов'язане з межами агроекосистем і має типологічний характер. Таким чином, межі типів організації території описують природні кордони агроекосистем, межі ж сільськогосподарських районів описують економічні кордони агроекосистем.

Якщо ж розглянути динаміку формування цих двох типів кордонів з екосистемних позицій, то стає зрозумілим, що показник експортної товарності сільського господарства свідчить про кількість біомаси «вкраденої» у «своїх» редуцентів. Натомість, певне співвідношення між ріллею та природними кормовими угіддями свідчить про напрямки зміни просторової структури екологічної ніші людини, якщо вважати інваріантом початковий збіг меж природних екосистем і природних ландшафтів Сонько, 2011).

Таблиця 3.1.6.

Головні економічні показники по сільськогосподарських районах

№з/п	Частка ріллі в с/г. угіддях, %	На 1 га сільськогосподарських угідь припадає, крб.			Частка окремих галузей в товарній продукції, %												Частка окремих груп культур в посівах, %			Виробництво на 100 га с/г угідь, ц	
						Рослинництво						Тваринництво									
		Основних виробничих фондів.	Всіх виробничих витрат.	Витрат живої праці, людиноднів	Усього	Цукровий буряк	Зерно	Овочі і картопля	Соняшник	Інші культури	Усього	Продукція скотарства	Молоко	Яловичина	Свинарство	Птахівництво	Зернові	Технічні	Усі кормові	Молоко	М'ясо
I	85-90	1.5-2.0	0.6-0.7	30-40	31.5	14.9	12.2	0.7	3.7	16.4	52.1	41.0	24.7	17.4	4.0	6.2	55	20	25	417.8	80.7
2	80-85	1.0-1.5	0.4-0.5	20-30	26.9	11.3	10.2	0.7	4.7	5.6	67.3	40.3	23.1	17.1	10.0	-	57	17	26	478.3	77.1
3	75-80	1.0-1.5	0.4-0.5	15-20	30.8	13.2	10.7	0.8	6.1	13.3	55.9	51.3	35.3	15.9	4.5	0.1	52	17	31	461.4	52.1
3а	75-30	1.5-2.0	понад 0.7	20-30	30.0	2.1	9.6	0.5	5.3	12.5	53.9	50.4	36.2	14.2	5.2	0.3	47	17	36	514.1	84.6
4	80-85	1.0-1.5	0.5-0.6	20-30	28,6	12.3	8.6	1,0	6.7	12.1	59.3	46.8	29.8	16.9	10.1	2.4	55	19	26	468.3	79.5
5	75-80	0.5-1.0	0.4-0.5	20-30	28.7	12.7	8.7	0.6	6.7	18.3	53.0	45.9	27.8	18.0	4.0	50	50	15	35	393.6	95.6
6	75-80	1.5-2.0	0.5-0.6	30-40	25,2	10,1	9,2	1.2	4.6	15.2	59,6	47,2	22.5	24.6	7,0	5.4	53	14	33	427.8	94,2
7	80-85	0.5-1.0	0.5-0.6	20-30	30.9	10.4	14.2	0.8	5.5	14.5	54.6	44.6	27.1	17.4	9.0	1.0	56	19	25	441.5	81.4
8	80-85	1.0-1.5	0.5-0.6	20-30	24.3	10.1	10.2	0.7	5.7	15.9	57.4	40.4	22.0	18.3	12.1	4.9	52	16	33	421.3	104.6
9	75-80	0.5-1.0	0.4-0.5	15-20	23.7	8.0	8.1	1.0	6.6	22.4	53.9	44.5	25.5	18.9	7.7	1.7	58	13	29	337.1	70.8
10	75-80	1.0-1.5	понад 0.7	30-40	30.9	2.9	10.9	13.4	3.6	10.2	59.0	49.0	29.2	19.7	9.5	0.5	50	8	42	515.0	72.5
11	70-75	1.5-2.0	понад 0.7	40-50	27.1	1.2	5.0	18.7	2.2	19.7	53.2	40.2	29.8	10.4	0.7	12.3	45	5	50	599.0	91.5

Рис.3.1.11. Сільськогосподарські райони:
1 – молочно-м'ясне скотарство, буряківництво, зернове господарство; 2 – молочно-м'ясне скотарство, буряківництво, зернове господарство, свинарство; 3 – молочно-м'ясне скотарство, буряківництво, зернове господарство, вирощування соняшнику; 3а – молочно-м'ясне скотарство, насінництво цукрового буряка, зернове господарство, вирощування соняшнику; 4 – молочно-м'ясне скотарство, буряківництво, свинарство; 5 – молочно-м'ясне скотарство, буряківництво; 6 – м'ясо-молочне скотарство, буряківництво; 7 – молочно-м'ясне скотарство, зернове господарство, буряківництво; 8 – молочно-м'ясне скотарство, свинарство, зернове господарство, буряківництво; 9 – молочно-м'ясне скотарство; 10 – молочно-м'ясне скотарство, овочівництво, зернове господарство; 11 – молочно-м'ясне скотарство, овочівництво, птахівництво

Висновок з дослідження енергетичних відносин в агроекосистемах полягає в тому, що агроекосистема, утворена людиною на будь-якій території, являє собою ареал *Homo Sapiens*, структурно-функціональними рисами якого є, по-перше, докорінна видозміна речовинно-енергетичних потоків природних екосистем, а по-друге – залежність просторової конфігурації цього екотопу від найсуттєвішого компонента природного ландшафту – рельєфу.

3.1.5. Екологічна оцінка систем землеробства

Визначення екологічної толерантності конкретної системи землеробства залежить від багатьох показників, які над усе характеризують весь механізм надходження і втрати ґрунтами поживних елементів. Власне, універсальна поживна речовина ґрунту – гумус – уособлює одночасно і процес (біотичних механізмів ґрунтотворення), і результат (господарської діяльності людини). Визначення кількості гумусу в ґрунті (у т/га) вимагає тривалих натурних досліджень, які необхідно проводити на кожному типі ґрунтів, що зустрічаються на території господарств і чим займаються спеціальні установи, якими сьогодні є обласні відділи Українського проектного інституту «Укрдержродючість». Найзручнішим показником, що відбиває одночасно і динаміку у функціонуванні систем землеробства, і рівень екологічної толерантності цих систем, є баланс гумусу в ґрунті за час ротації сівозмін, застосовуваних в окремих господарствах.

Узагальнено баланс гумусу як результат поділу приходу гумусу на витрати може відбивати рівень екологічної небезпеки систем землеробства. При співставленні балансу гумусу оцінюються і зіставляються величини його новоутворення (приходу) і витрати за певний проміжок часу чи на певній площі. Основними статтями приходу гумусу в агроценозах є надходження в ґрунт органічної речовини з кореневими виділеннями, прижиттєвим опадом, післязбиральними залишками й органічними добривами. Основною статтею витрат гумусу є щорічна мінералізація органічної речовини, втрати гумусу з поверхневим стоком і його вимивання з орного шару (Орлов, Лозановська, Попов, 1986).

Рівень екологічної толерантності систем землеробства здійснений через розрахунок коефіцієнта екологічної небезпеки землеробства (Кез), проведений для господарств Харківської області, де на схилах рельєфу від 0^o до 5^o застосовуються зернопаропросапні й овочеві сівозміни. Кез розраховується для кожної культури польової (або овочевої) сівозміни. Внесок значень Кез по окремих культурах в сукупний коефіцієнт всієї системи землеробства «зважується» за часткою даної культури, що припадає на неї в площі сівозміни. Значення Кез для кожної культури зважуються також за повторюваністю в ротації сівозміни (так, якщо зернові культури за 9-річну ротацію висівались 3 рази, то вводився коефіцієнт 0,33). Також використовуються дані про гуміфікацію рослинних решток (пожнивних та кореневих) під окремими культурами, мінералізації гумусу під окремими культурами, внесення органічних добрив під окремі культури (за всю ротацію) і виносу гумусу з ерозією під окремими культурами. В цілому, Кез розраховано для систем землеробства території Харківської області, головною технологічною операцією яких була глибока полицева оранка.

«Екологічне» тлумачення балансу гумусу в ґрунті пояснюється тим, що вміст гумусу й умови його утворення і нагромадження є одночасно умовою і результатом господарської діяльності. Крім того, пропонована методика дає змогу скласти уявлення про рівень екологічності систем землеробства за весь період ротації, тим самим характеризуючи не лише «стан», але й «процес».

Така методика також дозволяє оцінити темпи ерозії ґрунтів внаслідок застосування певних систем землеробства як історичної категорії. Порівняння значень Кез із показниками інтенсивності сільськогосподарського виробництва дозволяє дійти висновку, що він є результуючим показником, здатним відбити головні тенденції їх розвитку на конкретній території. Розрахунок балансу гумусу за всю ротацію сівозмін проведений на території Харківської адміністративної області (429 господарств) та Нікопольського району Дніпропетровської області (18 господарств). Окремі аспекти змін балансу гумусу в ґрунті перевірялись у господарстві «ім. Жовтневої Революції» Ічнянського району Чернігівської області.

Базуючись на припущенні про те, що ґрунти є одночасно умовою і разом з тим результатом сільськогосподарської діяльності людини, баланс гумусу в ґрунті був виражений коефіцієнтом екологічної небезпеки землеробства Кез. Так, якщо значення Кез > 1, то баланс позитивний; якщо Кез < 1, то негативний[128].

$$Кез = \sum_{i=1}^{n} \frac{(YKgp + MoKo)KdKr}{Mmp + Mev + Mvu},$$

де Кез – коефіцієнт екологічної небезпеки землеробства;

n – кількість культур у сівозміні;

Y – врожайність ц/га;

Kgp – коефіцієнт гуміфікації пожнивних і кореневих залишків;

Ко – коефіцієнт гуміфікації органічних добрив;

Мо – маса внесених органічних добрив, ц/га;

Mmp – маса мінералізації гумусу під окремими культурами, зважена за механічним складом ґрунту і кількістю пожнивних і кореневих залишків, ц/га;

Mev – маса виносу гумусу з ерозією, зважена залежно від крутизни схилу і механічного складу ґрунту, ц/га;

Mvu – маса виносу гумусу з врожаєм, зважена по валовому збору культури (тільки для коренеплодів і бульбоплодів), ц/га;

Kd – коефіцієнт, що виражає частку даної культури в сівозміні;

[128] За розрахунками з використанням багаторічних даних Кез в агроекосистемах може знаходитись у межах 0<Кез<3 (Орлов, Лозановська, Попов, Жуков, 1985, 1988).

Kr – коефіцієнт, що виражає повторюваність даної культури за повну ротацію сівозміни.

Значення деяких із наведених показників для окремих культур були використані з даних УНДІГА ім. Соколовського (Сонько, 2003). Розрахунки Кез проведені по усьому масиву господарств (Сонько, 2009). Розрахунок значень коефіцієнта екологічної небезпеки систем землеробства здійснено для різних умов природного середовища як на території Харківської області, так і для господарств Нікопольського району Дніпропетровської області, що знаходиться в степовій зоні (табл.3.1.5.).

Аналізуючи карту «Екологічна оцінка систем землеробства» по господарствах Харківської області, можна знайти підтвердження саме такій диференціації див. (рис.3.1.12.).

Таблиця 3.1.5

Значення коефіцієнта екологічної небезпеки систем землеробства для типових господарств лісостепової і степової зони

№ з/п	Назва господарства	Район, де розміщене господарство	Тип польової сівозміни	Значення Кез
1	ім. Чапаєва	Харківський р-н, Харк. обл.	Зернопросапна й овочева	0,026
2	ім. Леніна	Борівський р-н Харк. обл.	Зернопаропросапна	0,501
3	ім. К. Маркса	Нікопольський р-н Дніпропетр. обл.	Зернопросапна й овочева	0,217
4	Перемога	Нікопольський р-н Дніпропетр. обл.	зернопросапна й овочева	0,506

Подальше порівняння значень коефіцієнта з даними, які характеризують інтенсивність сільського господарства, показало тісну залежність зниження Кез від рівня інтенсивності. Здійснений факторний аналіз (рис.3.1.9) і розрахунок регресійних залежностей також засвідчили цю тенденцію (Сонько, 2003).

Така ж тенденція спостерігається на іншій, відмінній території Нікопольського району Дніпропетровської області, де екологічна надійність систем землеробства знаходиться в прямій залежності від рівня інтенсивності сільського господарства, яка зростає з наближенням до Каховського водосховища (зрошення). Крім того, зменшення значень Кез в господарствах «ім. Горького», «К. Маркса», «Аврора», «Чкалова», «Орджонікідзевський» пояснюється тим, що ці господарства знаходяться в безпосередній близькості від великого споживача сільськогосподарської продукції, яким є промислова агломерація Нікополь-Марганець-Орджонікідзе. Те саме можна сказати про динаміку Кез в Харківській області. Так, приміська

зона навколо Харкова, де розвинуто інтенсивне сільське господарство приміського типу, відзначається зниженням Кез до 0,2– 0,4.

Небезпека зниження природної родючості через зниження кількості гумусу в ґрунті цілком відчутна. Розрахунок Кез підтвердив висновок про те, що: «У ПГС сільськогосподарського типу частіше складається негативний баланс речовини внаслідок прискорення ґрунтово-ерозійних процесів» (Чепурко, 1981; Швебс, 2001, Голубкіна, 2009).

Для повної реалізації принципу екологічної толерантності систем землеробства був проведений розрахунок Кез для екосистем лучних степів «Михайлівської цілини» (Сумська область) за даними А. А. Тишкова і Л. Г. Шеремета (1986). Розрахунок показав, що Кез для «Михайлівської цілини» дорівнює 2,882 порівняно зі середнім для системи землеробства Харківської області 0,485 (що приблизно в 5 разів більше). Таке співвідношення не випадкове, тому що за даними Ф. Т. Моргуна (1988) та сучасних американських екологів (Піментелл, 2003) порівняння абсолютної продукції чорноземів Полтавської області з такими ж показниками по «Михайлівській цілині» дає співвідношення 1/4, чим підтверджується наукова верифікація пропонованої методики.

Проведені дослідження екологічної небезпеки інтенсивних систем землеробства дають право знову і знову говорити про більш високий організаційний рівень природних систем порівняно з господарськими і насамперед тому, що часові масштаби функціонування цих двох відмінних систем не збігаються. Саме тому при розробці стратегій збалансованого природокористування в агросфері необхідно відштовхуватися у своїх побудовах від меж та структури природних комплексів (ландшафтів та екосистем).

3.2. Екологічно толерантні напрямки землеробства

«Природа ніколи не орала. Вона тільки сіяла. І цей посів впродовж мільйонів років забезпечував такий урожай біомаси, про який ми, агрономи, можемо тільки мріяти – у 5–6 разів більше, ніж в агроценозах (посівах сільськогосподарських культур). Звідки ж взялась ідея обертання скиби, тобто оранки?» (Шикула, 2004).

Примітивні системи землеробства – вогнева, перелогова, підсічна – були безплужні. Соха, сабан, рало скибу не обертали, вони її тільки розпушували. Заново освоєна ділянка оброблялася 4–5 років, забезпечуючи порівняно високий урожай – висіяні 2 ц на гектар давали 6–8 ц/га зерна. За ці роки ґрунт «виорювався» і залишався в переліг на 6–10 років, на відкуп Природі, щоб вона відновила його родючість.

Поки людей на землі чи в країні було мало, а ґрунтів, придатних для землеробства, – багато, примітивні системи землеробства задовольняли

суспільство. В той же час вирощуванням культур займалося більше половини дорослого населення.

З розвитком промисловості росли міста, виникала потреба у товарному зерні. Розширилися площі посіву зернових культур за рахунок скорочення площ під перелогом. Це скорочення набуло такого масштабу, що природа не встигала відтворювати родючість перелогових земель. Рало замінив плуг, який давав змогу утримувати землі весь час в обробітку й одержувати врожаї за рахунок постійного зниження рівня потенційної родючості ґрунтів. За останні сто років чорноземні ґрунти втратили більше половини своєї потенційної родючості (гумус, запаси поживних речовин, структура та інші властивості). Перед суспільством усі ці роки стоїть дилема – як вийти з технологічного глухого кута.

3.2.1. Мінімальний обробіток ґрунту та No-Till технологія

Великий хімік Д. І. Менделєєв (1884) на основі сільськогосподарських дослідів дійшов висновку: «Якщо ґрунт прикрити листям, соломою чи будь-чим відтіняючим і дати йому можливість полежати спокійно деякий час, то він без будь-якої оранки досягне стиглості». З геніальною прозорливістю видатний учений побачив непотрібність обертання скиби і передбачив мульчування ґрунту для досягнення такого ж ефекту при оранці.

Другий видатний вчений, один із засновників ґрунтознавства як науки П. А. Костичєв (1886) у ті ж роки писав: «Якщо ми станемо орати землю, тобто перевертати і перемішувати її, то вона від цього тільки скоріше висохне, а в сухій землі життя іде на багато слабше, тому частим обробітком ми будемо робити шкоду собі. При внесенні гною треба, щоб рослинні рештки і гній не перекривались великим шаром землі. Їх треба перекрити таким шаром ґрунту, щоб до них вільно доходило повітря. В той же час цей шар не повинен бути дуже мілким, щоб рослинні рештки і гній не пересихали».

Обидва вчені не вважали обертання скиби обов'язковим заходом підвищення родючості ґрунтів і допускали можливість мілкого розпушування без плуга. Ці думки реалізував І. Є. Овсінський (1899), який дав перше обґрунтування безплужного обробітку ґрунту. Він розробив чітку систему поверхневого обробітку ґрунту та смугово-рядкової сівби, яку назвав «Новою системою землеробства». При цьому І. Є. Овсінський виходив із розуміння, що будь-який ґрунт у природному стані пронизаний коренями рослин, ходами дощових черв'яків та іншим, у результаті чого він є проникним для повітря на значну глибину і має достатню водопроникність. Він стверджував, що оранка з обертанням скиби знищує в ґрунті мережу каналів, які утворюють гниючі корені й ходи дощових черв'яків, і перетворює його в однорідну порошкоподібну масу.

Зовсім інше спостерігається при поверхневому обробітку на глибину до 5 см, який рекомендував І. Є. Овсінський. У такому разі знищуються бур'яни й утворюється розпушений мульчуючий шар ґрунту, під яким добре зберігається волога. Корені ж культурних рослин люблять більш ущільнений ґрунтовий шар під мульчею і добре в ньому розвиваються, забезпечуючи високі врожаї. Вчений доводив, що при мілкому обробітку в ґрунті не тільки добре зберігається волога, але й він збагачується конденсаційною вологою за рахунок пари, яка проникає з атмосферного повітря.

Агротехнічні положення цього видатного вченого-практика не втратили свого значення і на сьогодні. Так, глибину обробітку на 5 см він встановив інтуїтивно, але ж час підтвердив правильність цієї здогадки. У період посухи відносна вологість повітря падає нижче 30 %, і роса з того повітря випасти не може. Але з глибини 2–3 м по порах аерації за температурним градієнтом (від теплого до холодного) надходить пароподібна волога й конденсується на твердому ложі, яке не глибше 5 см. При 6–7 см конденсації не буде, тому що ґрунт має дуже низьку теплопровідність і не встигає охолодитися до точки роси.

Цей механізм засвоєння конденсаційної вологи має дуже велике значення, особливо у регіонах, де сіють озимі культури. Озимі, висіяні в сухий ґрунт, оброблений не глибше 5 см, без дощу за рахунок конденсаційної вологи сходять, кущаться і йдуть у зиму, забезпечуючи врожай наступного року. В посушливих регіонах конденсаційна волога може становити до 30 % вологообігу (Шикула, 2004).

Через 43 роки думки, подібні до виголошених І. Є. Овсінським, були висловлені американським ученим-фермером Е. Фолкнером у книзі «Безумство орача» (1942), яка була перекладена й видана кількома мовами і мала істотний вплив на долю землеробства різних країн. У ній вчений писав про шкідливість обробітку ґрунту з обертанням скиби та доцільність безплужного обробітку.

У радянські часи ідея обробітку ґрунту без обертання скиби науково розроблялася Т. С. Мальцевим (1954), науковими школами О. І. Бараєва (1975) і М. К. Шикули (1998). Але ці розробки велися в опозиції до офіційної науки, яка гальмувала їх, використовуючи для цього силу влади. Мало що змінилося й за часів незалежності.

Протягом трьох останніх десятиліть в Україні як у науці, так і у виробництві точилися дискусії між прибічниками традиційної системи землеробства, яка базувалася на оранці, і ґрунтозахисного землеробства з мінімальним обробітком ґрунту без обертання скиби і мульчуванням його поверхні соломою та іншими післяжнивними рештками. За авторитетними оцінками, ґрунтозахисні технології – це вищий етап організації

сільськогосподарського виробництва зі своїм набором технологічних операцій, який потребує спеціальних знань (Шикула, 2000).

Як відомо, використання ґрунтів в агроценозах передбачає заміну багатовидової природної рослинності на одноманітну культурну та вивезення одержаної продукції з поля. Відчужена продукція у вигляді врожаю зменшує надходження біофільних елементів й енергії до екосистеми, частково розмикається малий біологічний кругообіг речовин і енергії. Зміна різноманітного характеру природних ценозів на одноманітний призводить до виснаження флори і фауни і як наслідок – органічної речовини ґрунту.

Поглиблюється диспропорція між кількістю синтезованої рослинної маси та біомаси, яка надходить у ґрунт. При загальному врожаї біомаси озимих зернових 120–160 ц/га з урожаєм відчужується 65 %, у посівах ярих при біомасі 80–120 ц/га повертається в ґрунт до 30–35 ц/га, при сухій біомасі 120–130 ц/га коренеплодів та бульбоплодів близько 85 % виноситься з урожаєм, при врожаї багаторічних трав 35–65 ц/га відчужується 30–40 % біомаси рослин (Черняков, 2002).

Головними аргументами на користь мінімалізації механічного обробітку ґрунту, узагальненими з багатьох джерел (Созінов, 1998; Фолкнер, 2007; Шикула, 2008; Антонець, Писаренко, 2010 та ін.), є такі:

1. Внаслідок оранки з обертанням скиби виникає «шоковий» стан ґрунту, при якому аеробна біота ґрунту з глибини 0–15 см заорюється плугом в анаеробні умови на глибину 16–30 см і гине без кисню, а анаеробна біота з глибини 16–30 см вивертається плугом на поверхню і також гине, але вже від кисню. «Шоковий» стан зникає тільки на 4–5-й рік систематичного застосування ґрунтозахисних технологій, і тоді віддача від них ефективним урожаєм різко зростає.

2. Систематична оранка впродовж століть призвела до втрати здатності ґрунтів до саморегуляції, тому що із шести асоціативних груп мікробів, які є в цілинних ґрунтах і які відповідають за ґрунтові властивості та режими, внаслідок панування оранки залишилося тільки три асоціації. Перехід на систематичний обробіток без обертання скиби відновлює на 4–5-й рік дві групи, а третя зі зниклих відтворюється тільки на 8–9-й рік. Із цього моменту в ґрунті відновлюється здатність до саморегуляції ґрунтової родючості й різко підвищується його продуктивність (на 30–40 %).

3. За мінімалізації обробітку ґрунту прискорюється малий біологічний кругообіг речовин і енергії. Зокрема встановлено, що гумусний стан є певною «матрицею» (інваріантом[129]), яка визначає властивості ґрунтів

[129] Електронний ресурс. – Ре+жим доступу : http://www.udau.edu.ua/media/elektronni-materiali/naukovi-statti/sonko-s.p/konczepcziya-noosfernix-ekosistem-yak-prodovzhennya-idej-

і напрям ґрунтотворення. На ґрунті, де скиба не обертається 27 років, 24 роки не застосовуються пестициди, 17 років проводиться біологізація землеробства за рахунок нетоварної частини врожаю і сидератів, 12 років – мінімалізація обробітку ґрунту, 10 років не застосовуються мінеральні синтетичні добрива врожайність культур у два рази вища, ніж у навколишніх господарствах, при дуже низькій собівартості вирощеної продукції (у шість разів нижче порівняно з традиційною технологією).

4. Важливою статтею нагромадження гумусу в ґрунтах є використання нетоварної частини врожаю (солома, стебла кукурудзи, соняшника, сорго, гичка та інші післяжнивні рештки) як органічних добрив, так і енергетики ґрунтоутворювального процесу в агроценозах. Так 1 т післяжнивних решток із компенсацією азотної нестачі (8–10 кг діючої речовини азоту) за своєю дією й післядією на врожай і нагромадження гумусу в ґрунті ідентична 5 т напівперепрілого гною.

5. При відмові від обертання скиби й особливо при мінімалізації його обробітку відбувається значне підвищення біологічної активності ґрунту. Таке явище і прискорює малий біологічний кругообіг речовин та енергії. В 1 г чорноземного ґрунту може знаходитися від 5 млн до 1 млрд штук мікробів, які, як і усе живе, потребують живлення. Якщо їм не дати звичайної «їжі», відчужуючи з поля зерно й солому, вони для свого життя використовують гумус як органічну речовину – джерело енергії. Тоді різко погіршуються властивості ґрунтів. За наявності енергетики, свіжої органічної речовини, ці живі істоти прискорюють ґрунтоутворювальний процес в агроценозах і значно поліпшують усі ґрунтові режими, а отже, й підвищують врожайність сільськогосподарських культур.

6. У ґрунтозахисних технологіях удобрюється ґрунт, а не рослини (культури), а удобрений ґрунт спроможний забезпечити всі потреби рослини завдяки поліпшенню ґрунтових режимів – поживного, водного, повітряного, теплового та фітосанітарного. Відмова від обертання скиби і використання соломи як органічного добрива інгібує процеси нітрифікації. Це призводить до меншого вимивання нітратів у глибину в зимовий період, сповільнення процесів денітрифікації та втрати мінерального азоту, а також зумовлює підвищення якості товарної продукції (зокрема, цукристості). У той же час заорювання соломи на глибину викликає анаеробний процес бродіння з утворенням важких органічних кислот – пропіонової, масляної, оцтової, – які токсичні для вищих рослин. На

---

v.i.vernadskogo.html. Один із провідних геоекологів Член-кореспондент НАНУ М. Д. Гродзинський вважає, що системотворчою основою ґрунтів (а отже, і ландшафтів) є модель ризоми, яка, в свою чергу, є системою відкритою і «проточність» якої є запорукою «записування», «зберігання» та «зчитування» інформації про стан природних ландшафтів та екосистем на всіх етапах їхнього розвитку.

агротехнічних фонах із мінімальним обробітком ґрунту інтенсивніше, ніж на оранці, відбувається фіксація атмосферного азоту азотобатером та іншими мікробами, які вільно живуть у ґрунті, що поліпшує режим азотного живлення рослин.

7. Наявність на поверхні ґрунту мульчі з післяжнивних решток забезпечує зростання температури ґрунту в холодний період року й зниження її у літню спеку. А це виводить тепловий режим ґрунту на оптимум і зменшує невиробничі втрати вологи через випаровування, оскільки наявність конденсаційної вологи в ґрунті у період посух примушує її пароподібно переміщуватись в ґрунті по температурному градієнту і випадати внутрішньоґрунтовою росою на твердому посівному ложі, розміщеному близько до поверхні ґрунту.

8. Систематичне застосування ґрунтозахисних технологій підвищує врожайність вирощуваних культур, та поліпшує їхню якість: зростає вміст білка й клейковини в зерні озимої пшениці, і вона переходять у категорії цінних і сильних, збільшується кількість цукру в коренеплодах цукрових буряків, у помідорах та інших овочах, що також поліпшує їхні смакові властивості.

В останні десятиріччя в Україні різко скоротились обсяги застосування органічних добрив, що пов'язано зі зменшенням кількості поголів'я великої рогатої худоби, різко зменшилось використання мінеральних добрив. Ґрунти збіднювалися вуглецем та елементами живлення. Для збереження родючості особливо актуальним стало використання соломи як органічного добрива. Солому ж з полів у переважній більшості випадків спалюють, згідно з новомодними технологіями виготовлення горючих пеллетів. Навіть у тих господарствах, де розвинуте тваринництво, після задоволення потреби худоби в кормах і підстилці частина соломи залишається невикористаною. Тому система удобрення за мінімального обробітку ґрунту значно відрізняється від технології, яка базується на оранці. Ґрунтозахисна технологія передбачає нагромадження на поверхні ґрунту післяжнивних решток, які захищають його від водної та вітрової ерозії, забезпечують розширене відтворення гумусу і ґрунтової родючості, зменшують випаровування вологи з поверхні ґрунту. Використання нетрадиційних для сільського господарства і традиційних для біосфери органічних добрив (солома, бадилля тощо) для ґрунтоутворення саме і забезпечує біологізацію землеробства, за допомогою якої замикається малий біологічний кругообіг речовин та енергії (Зінченко, 1996).

Основою для простого відтворення ґрунтової родючості є застосування землеробського закону повернення. Але недостатньо повернути в ґрунт винесені елементи живлення, повинна повертатися й органічна речовина (надземна біомаса), оскільки вона – це енергетика ґрунтоутво-

рення, їжа для ґрунтової біоти, а також запорука доброго агрофізичного стану ґрунтів.

Основою енергозбереження в землеробстві є мінімалізація обробітку ґрунту, яка дозволяє збільшити ширину захвату ґрунтообробних машин і зменшити витрати пального. Мульчування поверхні ґрунту післяжнивними рештками дає можливість значно зменшити кількість технологічних операцій, що також забезпечує економію паливно-мастильних матеріалів. Таким чином, організаційним заходом з енергозбереження є застосування новітніх ґрунтозахисних енерго-, ресурсо- і вологозберігаючих технологій, які разом з енергозбереженням значно підвищують урожайність сільськогосподарських культур і знижують собівартість вирощеної продукції, яка стає конкурентоспроможною на внутрішньому і світовому ринках.

Оранка з обертанням скиби – це найбільш нелогічне ставлення до землі. При її проведенні порушується екологічна рівновага ґрунту й посівів, а землеробство ведеться на спадній родючості. Світова тенденція до мінімалізації обробітку ґрунту принесла свої плоди – зниження собівартості вирощеної продукції. У Канаді, в сільськогосподарських провінціях Альберта, Монітоба і Саскачеван розмір сільськогосподарських ферм сягає 6–8 тис. гектарів згідно з тенденцією до концентрації сільськогосподарського виробництва. Але найголовніше, що всі землі ферми обслуговує одна людина – фермер, і тільки на період збирання врожаю він наймає двох тимчасових працівників.

Сучасні тенденції розвитку ґрунтозахисного землеробства свідчать про намагання оптимально поєднати мінімальний обробіток ґрунту з «нульовим», тобто сівбою в необроблений ґрунт. За оцінками М. К. Шикули (2004), вітчизняні ґрунтово-кліматичні умови дозволяють встановити таке співвідношення: 60–70 % – мінімального обробітку і 30–40 % – сівба у необроблений ґрунт.

Власне «нульовий» обробіток ґрунту як науково обґрунтована технологічна операція почав зароджуватись із досліджень Х. П. Аллена (1985) і відомий сьогодні як розвинута і добре розпланована технологія *«no-till»*. Саме вона забезпечує високий рівень рентабельності рослинництва, при цьому не приводить до ґрунтової деградації і дозволяє залишити майбутнім поколінням достатньо родючий ґрунт. За багатьма оцінками при технології no-till рослинництво є керованим, прогнозованим і економічно ефективним. І якщо при нинішній організації сільського господарства урожай на 80 % залежить від природи, то в системі no-till вплив погоди і клімату на ефективність сільгоспвиробництва зведений до 20 %. Решта 80 % об'єднані в одну систему і припадають на технологічні операції та управління в сільському господарстві.

Основний «бум» з упровадження технології no-till припадає на останні 15 років завдяки широкому її розповсюдженню в країнах з інтенсивним аграрним сектором (США, Канада, Бразилія та інші країни Латинської Америки) (рис. 3.2.1.)

У 2003 році на Другому всесвітньому конгресі зі зберігаючого землеробства були сформульовані три основні принципи no-till: мінімальна механічна дія на ґрунт, постійний рослинний покрив і максимально адаптовані сівозміни. Дотримання цих принципів дозволяє, з одного боку, максимально зберегти і підвищити родючість та мікробіологічну активність ґрунту, поліпшити його структуру, забезпечити максимальне збереження і підвищення рівня ґрунтової вологи, найменше споживання енергії. З іншого боку, з'являється можливість понизити капіталовкладення, а також витрату палива, витрати на ремонт, зменшити необхідний робочий час. Розглянемо докладніше основні принципи no-till.

Мінімальна механічна дія на ґрунт. За даними 20-річних досліджень учених НУБІП (2007) по різних способах обробітку ґрунту (полицевий, безполицевий, чизельний, варіанти поєднань та ін.), на першому етапі (198–1985 років) щільність чорноземів коливалася в межах 1,2–1,3 г/см^3, що є оптимальним для зернових культур (1,1–1,3 г/см^3). Але через 20 років (200–2006 років) на всіх варіантах щільність ґрунту зросла до 1,35 г/см^3, що свідчить про те, що механічний обробіток незалежно від його інтенсивності з часом призводить до агрофізичної деградації ґрунту. Напевне, це є найбільший парадокс традиційного механічного обробітку – чим більше спушується ґрунт, тим щільнішим він стає.

При переході на *no-till* в перші два роки щільність ґрунту зростає приблизно на 20 %. Але вже на третій рік щільність стає нижча (1,18 см^3), ніж при традиційній післяоранці і культивації (1,27 г/см^3). Таким чином, відсутність механічного обробітку дозволяє з часом поліпшити фізичну структуру ґрунту. Це ж підтверджується і в даних зарубіжних учених (Черняков, 2008).

Постійний рослинний покрив. Технологія no-till передбачає максимальне використання рослинних решток попередньої культури для того, щоб зберегти вологу, захистити ґрунт від перегріву в період засухи і від переохолодження в екстремальних зимових умовах, скоротити кількість бур'янів у посівах, захистити ґрунт від ерозії.

Глобальне потепління клімату, про настання якого через 30–40 років попереджали екологи, стало реальністю вже сьогодні (Холопцев, 2010). У 2007 році в Україні в 17 областях з 25 була жорстока засуха. Особливо постраждали господарства в Миколаївській, Херсонській, Одеській та інших південних і центральних областях. В окремі роки тут не було дощів впродовж 50–60 днів, а температура трималася на рівні + 35–38 °С. В умо-

вах України урожай формується не стільки зимовими запасами вологи, скільки опадами вегетаційного періоду (на їх частку припадає 65–75 %).

Звичайний дощ за кількістю енергії, (а отже, силі механічної/ударної дії на ґрунт) на 1 га еквівалентний 5-тонній бомбі. І ось цю енергію приймає на себе відкрита ґрунтова поверхня. Якщо врахувати, що діаметр звичайної краплі в середньому складає 3 мм (0,25–10 мм), а частинки ґрунту при підготовці поля до посіву доводяться до тих же 0,25–10 мм, то стає зрозумілим, наскільки руйнівним для ґрунту стає дощ. Зокрема, краплини під час дощу, потрапляючи на ґрунт та вбираючи в себе його частину, розлітаються на досить велику відстань, забиваючи при цьому всі ґрунтові пори, і волога вже не проходить вглиб ґрунту. А після цього під дією сонця і вітру утворюється ґрунтова кірка.

Головні аргументи на користь оранки аргументуються тим, що створюються умови для накопичення вологи в осінньо-зимовий період. Але ж відомо, що свіжезоране поле відразу віддає 18 % вологи, причому її втрати відбуваються не тільки в орному, але і в підорному шарі. Ґрунт втрачає вологу і в тому випадку, якщо з ним нічого не робити (*no-till*), але в чотири рази менше.

Накопичення вологи залежить від швидкості інфільтрації (здатності ґрунту поглинати) і ємкості (здатності утримати). При переході на *no-till* через 5 років водопроникність збільшується майже вдвічі. Це знали і наші пращури, коли залишали землю «відпочивати» на декілька років. На рис. 3.2.2. видно, що відбулося на оброблених і необроблених ділянках після того, як випало 42 мм опадів.

Контроль бур'янів. Існує стійка думка, що глибоке закладення насіння смітних рослин дозволяє знищити їх. Проте головним механізмом запуску проростання приблизно у половини видів бур'янів є енергія прямого сонячного світла. Варто сонячному променю потрапити на сім'я – і процес пішов. При технології *no-till* зі всієї маси насіння бур'янів, що залишилося на поверхні ґрунту, виживуть 10–15 %, решта загинуть під дією вітру, сонця, перепаду температур, вологи. Вважається, що рослинні залишки заважають боротися з бур'янами. Хоча насправді чим більше соломи залишається на поверхні ґрунту (при технології *no-till*), тим складніше прорости бур'янам.

Сівозміни. Сівозміна є і в традиційному землеробстві, але механічний обробіток значною мірою нівелює її вплив: зоравши, заклавши рослинні залишки, ми висіваємо насіння у вільний від попередньої культури ґрунт. У системі *no-till*, навпаки, рослинні залишки попередньої культури лежать на поверхні, насіння закладається в ґрунт під них, тому продукти розкладання рослинних залишків безпосередньо контактують із проростаючим насінням, посилюється ефект від попередника. Тому значення сівозміни

в *no-till* на порядок вище, ніж при традиційному обробітку. За результатами багаторічних дослідів встановлено, що найбільш ефективним для лісостепу України із застосуванням технології *no-till* є чотирипільна сівозміна, що включає пшеницю, кукурудзу, сою і горох (Хорішко, 2004).

Ерозія – головне лихо багатьох сільськогосподарських регіонів. У 2007 році через суху весну в Миколаївській області пилові бурі винесли у низці господарств ґрунт із полів, відмінно підготовлених до посіву з урахуванням всіх вимог агротехніки, зокрема із внесеними добривами, а на деяких полях – і з висіяним насінням. Масова деградація ґрунтів відбувається також в Центрально-Чорноземній зоні Росії, де за останні 50–60 років ґрунтова родючість зменшилася більше ніж вдвічі. Зокрема, кількість гумусу в ґрунтах скоротилася з 8–10 % до 3–4 % (Мерцаєв, 2003). У деяких регіонах вміст гумусу знизився до критичного 1,3–1,4 %.

Багато площ у степовій зоні півдня України і Росії схильні до вітрової ерозії і перетворюються на напівпустелі. На рис. 3.2.3. видно згубні результати пилової бурі, що винесла ту частину ґрунту, яка була розпушена оранкою, боронуванням, культиваціями. «Скелет» з ущільнених слідів агрегатів, що залишився, демонструє, скільки разів техніка проходила полем і які руйнування вона залишила.

Не меншу втрату для сільського господарства і навколишнього середовища чинить і змивання ґрунту. При традиційному обробітку ґрунту втрачається приблизно на 40 % стоку води більше, ніж при безорному методі. Його змивається в шість разів більше, ніж при технології *no-till*. Разом із водою і ґрунтом в річки, озера йдуть і пестициди, добрива, які повинні працювати на урожай. Але всього цього можна уникнути, якщо не чіпати ґрунт. Натомість, залишені рослинні рештки перебирають на себе всю енергію дощу, пропускають воду в ґрунт і збережуть його надалі від випаровування – формуються унікальна агроекосистема на принципах міжрядного і мішаного посіву (рис. 3.2.4.).

Свідченням наближення такої екосистеми до природних аналогів є той факт, що ґрунт «оживає», першим показником чого є збільшення кількості земляних черв'яків, приблизно в сім разів. Насправді дощові черв'яки є ідеальним «природним плугом», який не просто механічно перевертає землю, адже ґрунт, що пройшов через травну систему черв'яків, стає втричі родючішим. А «слід», який залишив черв'як у ґрунті, – це не той проміжок між частинками ґрунту, який залишив плуг, а порожнина, покрита склеювальною речовиною. Саме ці вертикальні пори і є основою стійкості, що надає опір ґрунту до важкої сільгосптехніки. Певною мірою ці пори працюють як пружинки.

Порожнини, створені живими організмами і корінням, виявляються ефективнішими, ніж ті, що утворюються при механічному обробітку ґрун-

ту. На другий рік вони часто бувають зайнятими кореневою системою рослин. Коли ж корінь розкладається, біологічно активна пора залишається і наступного року.

Ще одна перевага – після переходу до no-till різко збільшується різноманітність мікрофауни. За даними Н. К. Шикули (2000), при традиційному обробітку в ґрунті присутні шість груп мікробіологічного ценозу, а при відмові від оранки впродовж 3–5 років поступово додаються ще три групи, що вцілому відповідає мікробіологічним ценозам цілинних ґрунтів. Таким чином, отримується біологічно активний ґрунт, здатний розкласти, переробити, перерозподілити всю органіку, яка в ньому залишається.

Дуже важливою є також екологічна роль *no-till* технології. Однією з головних причин глобального потепління клімату є виділення в атмосферу вуглекислого газу. Але більше половини в світовій емісії цього газу припадає на сільське господарство, зокрема на землеробство (Лосєв, 2003). Встановлено, що через п'ять хвилин після культивації зораного ґрунту в десятисантиметровому шарі залишається втричі менше вуглекислого газу, ніж до обробітку. Сьогодні сільське господарство – це єдина галузь в світі, яка може не збільшувати викид CO_2, а, навпаки, накопичувати його в ґрунті з користю для агросфери і навколишнього середовища.

В рамках Кіотського протоколу вже зараз діє декілька бірж, зокрема Чиказька біржа вуглекислого газу. За умовами контрактів фермери відмовляються від механічного обробітку землі, за що електростанції платять їм гроші. За розрахунками Департаменту сільського господарства США, ринок CO_2 складає 5 млрд дол.

Таким чином сьогодні *no-till* – це, перш за все, інтенсивна, високонаукоємка технологія, яка дає можливість отримувати високі урожаї при мінімальних витратах і яка запобігає ерозії ґрунту та підвищує його родючість, залишаючи натомість агроекосистеми, наближені до природних екосистем за типом і механізмами речовинно-енергетичного обміну.

3.2.2. Контурно-меліоративна система землеробства

Ерозія ґрунтів – наслідок складної взаємодії багатьох природних факторів і господарської діяльності людини. Це і ґрунтово-геоморфологічні фактори (рельєф місцевості, геологічна побудова, особливості ґрунтового покриву) і біокліматичні (рослинність, кліматичні та гідрометеорологічні умови), які визначають, з одного боку, характер і розвиток рослинності, а з іншого – характер опадів, силу й напрямок вітрів, промерзання ґрунту та розміри поверхневого стоку талих і зливових вод та руйнівність дії вітрових потоків. Природні фактори впливають на процеси ерозії в одному або у різних напрямках. Так, якщо ступінь вираженості рельєфу

й підвищення інтенсивності опадів та швидкості вітру завжди сприяють посиленню ерозійних процесів, то рослинний покрив може гальмувати їхній розвиток (Тараріко, 2004).

Водна ерозія починає діяти при схилі 0,5°. Вітрова ерозія менше залежить від рельєфу місцевості, а більше – від розпиленості ґрунту, його механічного складу і починає активно впливати при швидкості вітру понад 6 м/с. Найважливішими морфологічними показниками рельєфу, які позначаються на інтенсивності ерозійних процесів, є: глибина місцевих базисів ерозії (різниця висот між вершиною вододілу та рівнем води в річці), розчленованість території яружно-балковою мережею, величина балкових водозборів, довжина і крутість схилів. Власне усі ці характеристики пов'язуються з агроландшафтами – природно-господарськими територіальними системами, які є сукупністю природних елементів із різним ступенем антропогенного навантаження, у тому числі з різною структурою сільськогосподарських угідь.

Сучасні агроландшафти – складні системи, які створені з різних елементів агроекосистем (рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження), ділянок лісів, чагарників, лісосмуг, природних лук, боліт, торфовищ та розташованих на їхніх територіях доріг, комунікацій і будівельних споруд.

Кожний агроландшафт (як і природний), з точки зору речовинно-енергетичного обміну, характеризується відносною територіальною замкненістю та наявністю у ньому зон трьох типів:

а) зон зв'язування і трансформації енергії та речовини (рілля, ліс, луки);

б) зон транзиту (схилові землі, улоговини і балкові мережі, тимчасові й постійні водні джерела, які становлять гідрографічну мережу ландшафту);

в) зон концентрації та акумуляції речовини й енергії (заплави, ставки, озера, болота).

Виділяються такі рівні структурної організації агроландшафту:

а) з одним замикаючим створом і тимчасовим водотоком (улоговинний водозбір);

б) агроландшафт, що складається з декількох улоговинних водозборів і балок з одним замикаючим створом (балковий водозбір);

в) агроландшафт, який складається з кількох балкових водозборів із наявністю постійного водостоку, боліт, озер, заплави (річковий водозбір).

Названі рівні включають такі морфологічні одиниці ландшафту, як фація, підурочище, урочище, місцевість.

До чинників, які забезпечують екологічну стійкість агроландшафтів, належать:

- оптимізація водного режиму, підвищення коефіцієнта використання опадів, зарегулювання поверхневого стоку;

- захист ґрунтів від ерозії та деградації, збереження і відтворення їхніх корисних властивостей;

- створення життєвого простору для дикої флори і фауни;

- підтримання біорізноманіття, у тому числі збереженням генофонду запилювачів та ентомофагів.

До чинників, які понижують екологічну стійкість агроландшафтів, належать:

- висока розораність території, особливо в умовах складного рельєфу, зокрема водозборів малих річок;

- створення на схилових площах рівнинної прямолінійної організації території;

- ерозійні процеси, що перевищують регіональні допустимі норми;

- розораність схилів, що прилягають до гідрографічної мережі, природних водостоків і зарегульованих улоговин;

- забрудненість ґрунтових і поверхневих вод продуктами ерозії та залишками агрохімікатів, іншими хімічними реагентами;

- негативний баланс органічної речовини і біогенних елементів в агроекосистемах.

За різними оцінками (Булигін, 2005; Тараріко, 2004), найефективніше забезпечити захист земель від водної й вітрової ерозії та їх раціональне використання й охорону, оптимізувати структуру агроландшафтів дає можливість *ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території (рис*. 3.2.2.1).

Основою цієї системи землеробства є:

- диференційоване використання орних земель на території з потенційною високою небезпекою прояву ерозійних процесів та з урахуванням ґрунтово-ландшафтних факторів. Це положення реалізується розподілом орних земель на три еколого-технологічні групи:

- застосування оптимальної структури посівних площ сівозмін;

- перехід від традиційних технологій обробітку ґрунту до ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур стосовно кожної еколого-технологічної групи земель;

- виведення зі складу ріллі середньо- та сильноеродованих земель на схилах крутістю понад 5^{o}, а в окремих випадках – на сильноулогованих схилах і понад 3^{o};

- досягнення бездефіцитного балансу гумусу й основних поживних речовин та інтегрованого використання органічних і мінеральних добрив, у тому числі соломи, інших рослинних решток та сидератів;

- впровадження контурної організації території орних земель, багаторічних насаджень і природних кормових угідь на схилах зі створенням контурно-смугової структури ландшафту;

- створення протиерозійних заходів постійної дії (водорегулювальні вали, тераси різних типів, лісосмуги, буферні смуги із багаторічних трав по контурних межах масивів, полів, робочих ділянок, залужених водостоків), а також використання існуючих елементів польової гідрографічної мережі для зарегулювання і нагромадження вологи на схилових ділянках та безпечного відводу надлишку талих і дощових вод у гідрографічну мережу.

Розглянемо окремо кожний з компонентів ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території.

Диференційоване використання орних земель. Використання орних земель диференціюється їхнім поділом на три еколого-технологічні групи (ЕТГ). До першої групи (I) ЕТГ належать землі з повнопрофільними і слабоеродованими ґрунтами, розташованими на рівнинах і схилах крутістю до 3^{o}, характер рельєфу та якісний стан ґрунтового покриву яких дає змогу вирощувати всі культури, включаючи просапні.

У межах I ЕТГ виділяють дві підгрупи:

1) I-а – рівнинні землі (схили крутістю до 1^{o}) де немає обмежень у виборі напрямків обробітку ґрунту та сівби;

2) I-б – схилові землі (крутістю $1–3^{o}$) і ділянки зі схилами крутістю до 1^{o} у середній і нижній частинах водозбору в Степовій і Лісостеповій зонах із великими водозбірними площами, на яких обов'язковий обробіток ґрунту і посівів сільськогосподарських культур упоперек схилів або контурно з допустимим схилом до горизонталей місцевості. У сівозмінах I ЕТГ розміщують інтенсивні зернопаропросапні сівозміни, в разі потреби – з максимальним насиченням просапними культурами. Вирощувати всі культури у сівозмінах доцільно за ґрунтозахисними технологіями, забезпечуючи при цьому бездефіцитний баланс гумусу, азоту, фосфору і калію.

До II ЕТГ належать землі, розміщені на схилах крутістю $3–5^{o}$ у комплексі зі слабо- та середньозмитими ґрунтами. Тут впроваджуються ґрунтозахисні зернотрав'яні й трав'яно-зернові сівозміни, що мають високу ґрунтозахисну здатність. Розміщувати пари та просапні культури на землях II ЕТГ забороняється. Відтворення родючості ґрунтів досягають насиченням сівозмін багаторічними травами (до 50 % і більше), впровадженням ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту і застосуванням підтримуваних доз добрив.

Для диференціації щільності протиерозійних заходів, включаючи агротехнічні, коригування ґрунтозахисних сівозмін (за ступенем насичення багаторічними травами) землі II ЕТГ поділяють на дві підгрупи:

1) II-а – землі з крутістю схилів 3–5° без чітко сформованих улоговин, їх використовують під зернотрав'яні сівозміни;

2) II-б – землі з крутістю схилів 3–5°, пересічені улоговинами з середньо- та сильнозмитими ґрунтами, використовують під трав'яно-зернові сівозміни або вилучають з обробітку і зі складу орних земель.

До земель III ЕТГ належать схили крутістю понад 3–5°, із середньо- та сильноеродованими ґрунтами, площі зі слабоеродованими ґрунтами на елювії твердих і піщаних порід, а також зі слабоеродованими, але низькопродуктивними ґрунтами. Їх виводять з обробітку та зі складу орних на тривалі проміжки часу з наступним залуженням, або залісненням.

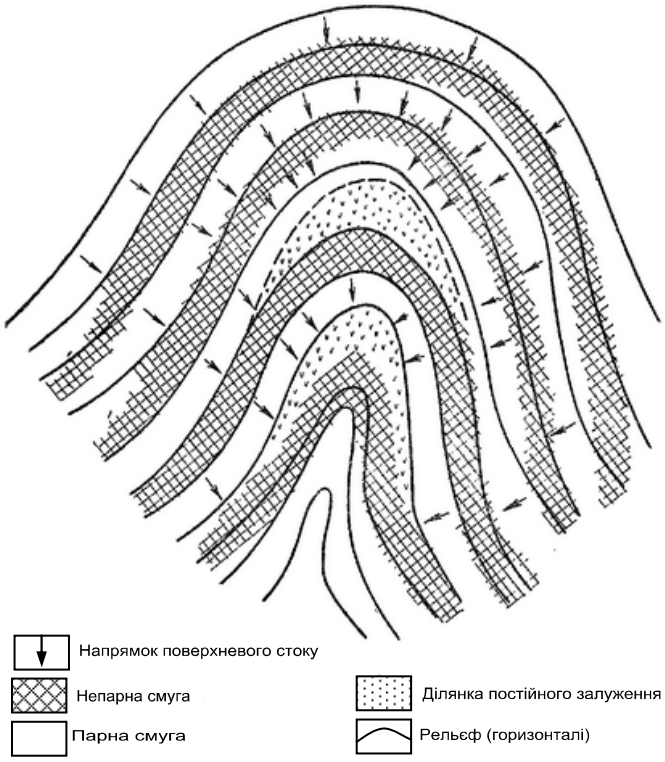


Рис. 3.2.2.2. **Схема планування складних схилів під смугові посіви в одному з господарств Степової зони**

Найефективнішого захисту земель від водної та вітрової ерозій досягають при введенні й дотриманні контурно-смугової організації території землекористувань, усієї території України. Контурно-смугова організація території на землях сільськогосподарського призначення проектується і реалізується у межах землекористування з урахуванням організації території прилеглих землекористувань, які мають суміжні єдині водозбірні площі в басейні малих річок, балок і малих водозборів, та максимально враховує наявні існуючі рубежі (шляхи з твердим покриттям, залізниці, земляні вали різних типів тощо), що суттєво впливають на перерозподіл поверхневого стоку талих і зливових вод на водозбірних площах і не підлягають реконструкції.

Основою контурно-смугової організації території є диференційоване розмежування земельних угідь згідно з її ґрунтово-ландшафтними умовами. Диференціацію, або групування земель за типом використання здійснюють залежно від величини водозбірної площі, крутості та довжини схилів. Виділяють ЕТГ і підгрупи орних земель, визначають та розміщують масиви й поля сівозмін, ділянки постійного залуження, площі під багаторічні насадження і природні кормові угіддя. Якщо потрібно знизити

швидкість стоку талих та дощових вод за рахунок скорочення довжини схилу й ретельнішого врахування принципів ґрунтозахисної системи землеробства, проводять внутрішньопольову організацію території, визначаючи робочі та технологічні ділянки в середині полів. Це також стосується масивів садів і пасовищ та інших відкритих земельних ділянок.

Лінійні рубежі контурно-смугової організації території розміщують упоперек схилів у напрямку, наближеному до горизонталей місцевості. Загальний напрямок контурного обробітку і розміщення рядків культур у напрямку горизонталей залежать від розташування полів, кварталів садів на схилах, форми рельєфу та крутості схилів (рис.3.2.2.2). Контурні рубежі фіксують на місцевості засобами постійного впорядкування території (валами різних типів, лісосмугами, буферними смугами з багаторічних трав). При цьому враховують існуючу гідрографічну мережу (яка виконує функції водостоків) щодо безпечного скидання надлишку талих і зливових вод (залужені улоговини, днища балок, річки, стави, водойми, озера).

У Степовій і Лісостеповій зонах, де мають місце водна й вітрова ерозії ґрунтів, на землях першої та другої ЕТГ перевагу віддають захисту земель від водної ерозії, тому поздовжні сторони полів і лісосмуг у них (навіть на землях підгрупи І-б) розміщують упоперек схилів, по контуру. Заходи проти вітрової ерозії посилюють ґрунтозахисним обробітком із залишенням на поверхні рослинних решток, створенням буферних смуг із багаторічних трав та куліс упоперек основного напрямку шкідливих вітрів.

Контурно-смугова організація території забезпечує підвищення захисних функцій існуючих сільськогосподарських ландшафтів по водозбірних басейнах в межах землекористування у взаємодії з існуючими елементами організації території на водозбірних площах прилеглих землекористувань. Така організація території є одним із найважливіших протиерозійних заходів постійної дії, яка дає змогу зберегти до 50 % ґрунту й зумовлює здійснення всіх технологічних операцій упоперек схилу або по контуру.

Закріплення на місцевості контурної організації території. У комплексі розбивочних робіт закріплюють проектні лінії межовими знаками встановленого зразка. Постійні знаки встановлюють тільки на початку і в кінці проектних ліній у місцях імовірного їх довгострокового зберігання. Криволінійні місця проектних ліній закріплюють тимчасовими знаками на період виконання комплексу робіт, щодо їх виносу і закріплення.

Лінійні рубежі (захисні лісосмуги, вали-тераси, вали-дороги, буферні смуги з багаторічних трав) відмежовують на їх запроектовану ширину проорюванням борозни з верхнього боку по схилу і наорювання валика трьома проходами вскладок плужними агрегатами з нижнього боку. Для запобігання лінійній ерозії вздовж борозен зі схилом понад $0{,}01^{o}$ роблять розриви верхньої борозни, виглиблюючи плужний агрегат через 50–100 м.

До розробки проектів на будівництво гідротехнічних протиерозійних споруд, створення захисних лісових насаджень по лінійних рубежах формують тимчасові буферні смуги з багаторічних трав. Постійні й тимчасові буферні смуги на місці запроектованих лінійних рубежів створюють у період перенесення проектів у натуру. Тимчасові буферні смуги є осьовою лінією при здійсненні топографічних зйомок для розробки робочих проектів будівництва гідротехнічних протиерозійних споруд.

Структура посівних площ і сівозміни. Загальним принципом формування системи сівозмін із забезпеченням високої продуктивності всіх культур є спроможність їх запобігати ерозійним процесам, ефективно використовувати вологу, відновлювати родючість ґрунту, зокрема підтримувати бездефіцитний баланс гумусу, та створювати оптимальний фітосанітарний стан ґрунту при відносно незначних витратах. Захисна роль сівозмін разом із протиерозійною здатністю культур забезпечується розміщенням їх упоперек схилів та контурно, застосуванням ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур впродовж усього року. В разі потреби цей агротехнічний комплекс доповнюють протиерозійними заходами постійної дії – лісосмугами, водорегулювальними валами різних типів, буферними смугами з багаторічних трав.

Захисна роль рослинності. У природі рослини виконують основну роль у захисті ґрунту від водної та вітрової ерозії. Вкритий природною трав'яною і деревно-чагарниковою рослинністю ґрунтовий покрив мінімально зазнає руйнівної шкоди крапель дощу і змиву ґрунту поверхневими водами, а розгалужена її коренева система підвищує протиерозійну стійкість ґрунту. Відмираючи, листя і стебла рослин, їхні корені постійно поповнюють ґрунти органічними речовинами, сприяють нагромадженню гумусу. Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства передбачає максимальне використання захисної ролі рослинності впродовж усього календарного року:

- в сівозмінах залежно від природних факторів (рельєф місцевості, кількість і характер опадів, напрямок та швидкість вітрів), що зумовлюють розвиток ерозійних процесів, передбачається оптимізація насичення культурами з високою протиерозійною стійкістю, з вилученням на ерозійно небезпечних ділянках зі схилом понад 3^{o} розміщення просапних культур і парів;

- на парових площах залежно від зональних природно-кліматичних умов використовують сидеральні пари замість чорних;

- на чорних парах застосовують розміщення буферних смуг із багаторічних трав і куліс із високостеблих культур, смугове розміщення парів і просапних культур з культурами високої захисної здатності;

- на площах, відкритих після збирання врожаю до сівби й розвитку наступної культури, практикуються пожнивні, післяукісні та проміжні посіви культур;

- широко застосовують для захисту ґрунтів від вітрової й водної ерозії залишені після збирання врожаю рослинні рештки;

- використовують захисну роль рослинності полезахисних лісосмуг та інших захисних лісових насаджень.

Смугове розміщення культур застосовують із метою забезпечення захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії, суховіїв, а отже, одержання гарантованих стабільних урожаїв. Впроваджують його в полях сівозмін на схилах протяжністю понад 150–200 м і крутістю понад 2° впоперек схилу або контурно. Протидефляційні смуги розміщують перпендикулярно до панівних вітрів. Смуги поділяють на:

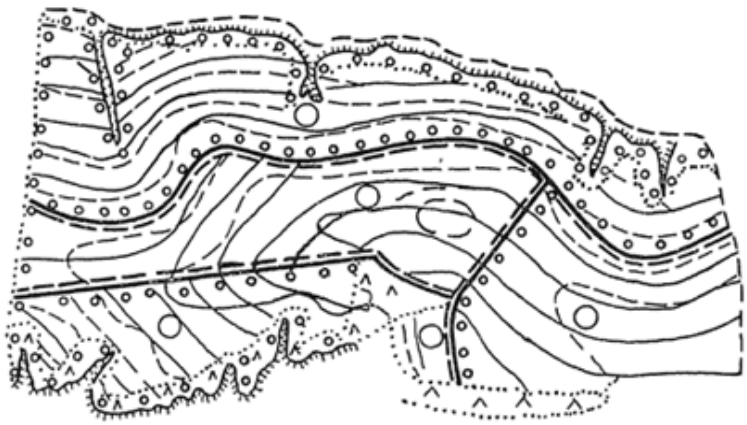


Рис. 3.2.2.3. **Паралельно-контурна організація території в одному з господарств лісостепової зони**

а) протистокові (проти водної ерозії) – розміщують перпендикулярно до основного напрямку переміщення схилом рідкого стоку. Такі смуги можуть бути:

- паралельними – впоперек загального схилу, але не суворо за горизонталями;

- контурні – у напрямку горизонталей;

- контурно-паралельні – паралельні, в основному вздовж горизонталей із допустимим відхиленням від них (рис.3.2.2.3);

- контурно-паралельні із залуженням основних улоговин (водостоків).

Межі смуг проводять уздовж горизонталей, за винятком улоговин, які залужують багаторічними травами;

б) протидефляційні (противітрові) – розміщують перпендикулярно або з відхиленням на 30–35° до напрямку панівних вітрів, що створюють пилові бурі. При сумісній дії водної та вітрової ерозії здійснюють контурно-смугове розміщення посівів і посадок із залуженням улоговин.

В умовах нестійкого і недостатнього зволоження смуги розміщують уздовж горизонталей. Нахили робочих ходів допускаються не більше 0,5°. У зоні надмірного зволоження вони повинні сприяти безпечному в еро-

зійному відношенні відведенню стоку, що досягається розміщенням меж смуг із нахилом 2–3° до напрямку горизонталей.

При розробці сівозмін зі смуговим розміщенням посівів передбачається, щоб у кожному полі були смуги, вкриті рослинністю або стернею культур суцільного посіву. Розміщення буферних смуг може змінюватися на схилах, але частка вкритої ними площі схилу має бути постійною (5–10 %). У розрахунках протиерозійного ефекту буферних смуг можна виходити з того, що 1 % площі схилу, вкритої смугами з багаторічних трав, оберігає 10 % площі, яка знаходиться під основною культурою.

Відтворення гумусного стану еродованих ґрунтів. У середньому в Україні внаслідок ерозії щорічно втрачається гумусу 0,5–0,6 т з гектара. В таких умовах основним шляхом поліпшення гумусного стану ґрунтів на даному етапі є зниження інтенсивності ерозійних втрат гумусу. Структура балансу складається з усіх статей витрат і надходження поживних речовин у системі «ґрунт – добриво – рослина». Зіставлення сумарної кількості біогенних елементів, що надходить до системи й відчужується з неї, визначає баланс поживних речовин – бездефіцитний, негативний, позитивний.

Протиерозійне значення рослинних решток. На орних землях залишення на поверхні поля рослинних решток є ефективним заходом захисту ґрунтів від ерозії в осінньо-весняний період, коли поверхня поля залишається відкритою після збирання врожаю попередника до сівби наступної культури. Кожний прийом з обробітку ґрунту, передбачений технологіями вирощування культур, забезпечує після його проведення залишення на поверхні ґрунту певної кількості післяжнивних решток, яку в полях сівозмін можна збільшити за допомогою:

- підвищення відсотка культур суцільного посіву, особливо багаторічних трав, і, навпаки, зниження відсотка просапних культур;
- серед групи просапних культур зростання відсотка високостеблих культур (кукурудза, соняшник) та зниженням низькостеблих (соя, цукрові буряки, картопля);
- зростання урожайності культур, оскільки з вищим урожаєм збільшується і кількість рослинних решток;
- проведення якомога меншої кількості операцій з обробітку ґрунту, особливо перед або під час найбільш ерозійно небезпечних періодів (кінець весни – початок літа);
- зменшення проходів сільськогосподарської техніки;
- зниження швидкості агрегатів при обробітку ґрунту, щоб не допустити вищого відсотка загортання решток чи їх засипання;
- використання голчастих борін замість зубових, які згрібають із поверхні ґрунту рослинні рештки;

- використання культиваторів із прямими лезами.

Для максимального збереження рослинних решток бажано скорочувати механічний обробіток ґрунту і прагнути до того, щоб після сівби поверхня поля була вкрита рослинними рештками не менш як на 30 %.

Ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту – це комплексне застосування систем обробітку ґрунту, сівби і садіння, внесення добрив та захисту рослин, які забезпечують протиерозійну стійкість поверхні ґрунту, нагромадження і збереження вологи, боротьбу з бур'янами, захист від шкідливої дії води і вітру протягом року. На схилових землях усі види обробітку ґрунту, сівби чи садіння необхідно проводити лише впоперек схилу, а при складному рельєфі – по контуру, як визначається розміщенням контурних меж полів, кварталів садів, робочих ділянок, лісових насаджень. Це дає можливість на 30–40 % зменшити стік талих і дощових вод, змив ґрунту, втрати поживних речовин, збільшити нагромадження продуктивної вологи в ґрунті. Ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту передбачають використання протиерозійної техніки й знарядь, які забезпечують запобігання переущільненню ґрунту і руйнуванню та розпорошенню ґрунтових агрегатів, нагромадження на поверхні поля рослинних решток, поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту і, врешті-решт, підвищення його протиерозійної стійкості та водопроникності, нагромадження вологи, поліпшення водно-повітряного режиму.

Щоб підвищити ґрунтозахисну роль різних культур, їх висівають упоперек схилу або по контуру, що забезпечує зниження швидкості стоку талих і дощових вод та сприяє збільшенню поглинання вологи ґрунтом і зменшенню його змиву. Адже при сівбі чи садінні (розміщенні рядків) уздовж схилу втрати ґрунту на озимих та ярих культурах під час випадання дощів зростають у кілька разів, а на площах із просапними культурами – в десятки і навіть у сотні разів. Внесення добрив на еродованих ґрунтах прискорює розвиток рослин, що збільшує проективне покриття поверхні ґрунту, і таким чином опосередковано цей прийом сприяє зменшенню ерозійних процесів.

Залуження еродованих, дефляційно небезпечних та деградованих земель, віднесених до III ЕТГ, здійснюється бобово-злаковим травосумішами, які довговічніші й стійкі до витоптування худобою. Їхній склад залежить від екологічних умов вирощування (еродованість, кислотність, засоленість, умови вологозабезпечення). Видовий склад їх формують залежно від призначення травостою (сіножать, пасовище, комбіноване використання) з урахуванням районованих сортів. При залуженні схилових земель усі види робіт з обробітку ґрунту й підготовки його до сівби трав повинні бути спрямовані на послаблення поверхневого стоку талих і дощових вод, тобто їх здійснюють упоперек схилу або контурно.

Таким чином, за рахунок дотримання вимог контурно-меліоративної системи є можливість без зниження продуктивності агроекосистем суттєво поліпшити структуру агроландшафту, посилити процеси саморегуляції та активізувати його внутрішні резерви, що сприятиме досягненню екологічної рівноваги. Контурно-смугова організація території кожного суб'єкта землекористування сприятиме збереженню природоохоронного каркасу ландшафту як основи збалансованого розвитку агросфери.

3.2.3. Точне землеробство на основі GPS/GIS

У своїх відносинах з природою людство вже давно перетнуло той енергетичний поріг в 1 % сумарної енергії екосистем, який відведений нашому виду біосферою. За сучасними оцінками цей поріг перевищено вдесятеро, тому зменшення енергетичних субсидій у сільському господарстві є одним із найважливіших завдань не лише з економічної точки зору, а й з позицій збереження природного біорізноманіття, а отже, гармонізації відносин природи і суспільства в агросфері. Крім розглянутої вище технології *no-till*, це завдання частково виконує сучасна система точного землеробства (або як його інколи називають «прецизійне землеробство» – *precision farming*), яка сьогодні вважається одним із базових елементів ресурсозберігаючих технологій в сільському господарстві.

Точне землеробство – це управління продуктивністю посівів з урахуванням внутрішньопольової варіабельності місця існування рослин. Умовно кажучи, це оптимальне управління для кожного квадратного метра поля. Метою такого управління є отримання максимального прибутку за умови оптимізації сільськогосподарського виробництва, економії господарських і природних ресурсів. При цьому відкриваються реальні можливості виробництва якісної продукції та збереження навколишнього середовища.

Такий підхід, як свідчить міжнародний досвід, забезпечує набагато більший економічний ефект і, найголовніше, дозволяє підвищити відтворення ґрунтової родючості та рівень екологічної якості сільськогосподарської продукції. При впровадженні елементів точного землеробства досягається підвищення урожаю на 30 % при одночасному зниженні витрат на мінеральні добрива на 30 % і на інгібітори на 50 %.

Точне землеробство включає безліч елементів, але їх впровадження і внесок у загальну технологію можна розбити на три основні етапи:

1. Збирання інформації про господарство, поле, культуру, регіон.
2. Аналіз інформації та прийняття рішень.
3. Виконання рішень – проведення агротехнологічних операцій.

Для реалізації технології точного землеробства необхідні сучасна сільськогосподарська техніка, керована бортовим комп'ютером і здатна

диференційовано проводити агротехнічні операції, прилади точного позиціювання на місцевості (GPS-приймачі), технічні системи, що допомагають виявити неоднорідність поля (автоматичні пробовідбірники, різні сенсори і вимірювальні комплекси, збиральні машини з автоматичним обліком урожаю, прилади дистанційного зондування сільськогосподарських посівів та ін.). Ядром технології точного землеробства є програмне наповнення, яке забезпечує автоматизоване ведення просторово-атрибутивних даних картотеки сільського сподарських полів, а також генерацію, оптимізацію і реалізацію агротехнічних рішень з урахуванням варіабельності характеристик в межах оброблюваного поля.

Перший етап досить розвинений в плані технічного і програмного забезпечення. За кордоном активно використовуються ґрунтові автоматичні пробовідбірники оснащені GPS-приймачами і бортовими комп'ютерами; геоінформаційні системи (ГІС) для складання просторово-орієнтованих електронних карт полів; карти врожайності обмолочуваних культур, що отримуються відразу після прибирання; дистанційні методи зондування (ДДЗ), такі як аерофотознімання і супутникові знімки.

Другий етап на сьогодні найменш розвинений, проте на ринку існує низка програмних продуктів, призначених для аналізу зібраної інформації і приймання виробничих рішень. В основному це програми розрахунку доз добрив з елементами геоінформаційних систем (ГІС). Етап виконання агротехнологічних операцій, як і перший етап, динамічно розвивається. Тут найбільш актуальними є операції зі внесення рідких і твердих мінеральних добрив, а також посів зернових культур.

Внесення добрив за технологією точного землеробства проводиться диференційовано, тобто, умовно кажучи, вноситься на кожен квадратний метр стільки добрив, скільки необхідно саме тут (на даній елементарній ділянці поля). Усі технологічні операції проводиться в двох режимах – *«off-line» і «on-line»*. Варто відзначити, що диференційоване внесення мінеральних добрив на сьогодні є ключовим елементом в точному землеробстві.

Режим *«off-line»* передбачає попередню підготовку на стаціонарному комп'ютері карти-завдання, в якій містяться просторово прив'язані за допомогою GPS дози добрива для кожної елементарної ділянки поля. Для цього проводиться збір необхідних для розрахунку доз добрив даних про поле (просторово прив'язаних). Проводиться розрахунок дози для кожної елементарної ділянки поля, тим самим формується (у спеціальній програмі) карта-завдання. Потім карта-завдання переноситься на чип-карті (носій інформації) на бортовий комп'ютер сільськогосподарської техніки, оснащеної GPS-приймачем і виконується задана операція. Трактор, оснащений бортовим комп'ютером, рухаючись по полю, за допомогою GPS визначає своє місце знаходження. Прочитує з чип-карти дозу добрив,

яка відповідає місцю знаходження, і посилає відповідний сигнал на контроллер розподільника добрив (або обприскувача). Контроллер же, отримавши сигнал, виставляє на розподільнику добрив потрібну дозу.

Режим реального часу *(«on-line»*) передбачає визначення заздалегідь агропотреб на виконання операції, а доза добрив визначається безпосередньо під час виконання операції. Агропотреби, в даному випадку, – це кількісна залежність дози добрива від даних датчика, встановленого на сільськогосподарській техніці, що виконує операцію.

Зокрема, використовуються оптичні датчики, які в інфрачервоному і червоному діапазоні світла визначають вміст хлорофілу в листі та біомасу. На підставі цих даних, а також даних щодо сорту та фенофази рослини визначається доза азотних добрив. Результати виконання операції (дози і координати, оброблена площа, час виконання і прізвище виконавця) записуються на чіп-карту.

У режимі *«on-line»* бортовий комп'ютер отримує дані від датчика, порівнює їх із визначеними і записаними в пам'ять агропотребами і надсилає сигнал на контролер за тією ж схемою, що і в режимі *«off-line»*. В даний час активно ведуться розробки різних датчиків, що дозволяють використовувати режим *«on-line»*. Це оптичні датчики, що визначають вміст азоту в листі і засміченість посівів; механічні, що оцінюють біомасу; електромагнітні та інші.

Основні результати, що досягаються за допомогою застосування технологій точного землеробства:

- оптимізація використання витратних матеріалів (мінімізація витрат);
- підвищення врожайності і якості сільгосппродукції;
- мінімізація негативного впливу сільськогосподарського виробництва на навколишнє природне середовище;
- підвищення якості земель;
- інформаційна підтримка сільськогосподарського менеджменту.

Ключовим компонентом у складі системи точного землеробства є навігаційна система точного позиціонування, до складу якої входять:

1) космічний сегмент, що складається з певної кількості ШСЗ;

2) мережа наземних станцій стеження і управління (сегмент управління);

3) власне GPS-приймачі (апаратура споживачів).

На сьогодні всі світові лідери з виробництва сільськогосподарських машин (CLAAS, John Deer, Case і ін.) комплектують свою техніку навігаційною системою GPS саме тому, що це обладнання забезпечує економію коштів (рис.3.2.3.1.).

Незаперечним лідером у виробництві навігаційних приладів серії AgGPS є американська компанія Trimble з обладнанням, яке широко

застосовуються в Європі, США, Канаді. Ці прилади знаходять своє застосування в точному землеробстві при виконанні різних сільськогосподарських операцій.

В Європі, наприклад, підраховано, що економічний ефект від застосування GPS устаткування досягає 50–60 Євро на гектар. Крім того, користувачі даного устаткування отримують можливість проводити польові роботи вночі, в тумані, при підвищеній запиленості і таке інше. *Обробіток ґрунту і сівба* є такими технологічними операціями, які мають бути виконані в стислі терміни і з максимальною точністю. Існує багато різних рішень в даній області, починаючи від простого паралельного водіння і закінчуючи автопілотуванням. Під час таких операціях застосовуються високоточні прилади (табл.3.2.3.1.), які дозволяють:·

- підвищувати продуктивність полів за рахунок швидшого і точнішого виконання операцій;
- скорочувати терміни за рахунок роботи в нічний час;
- створювати і записувати різну деталізовану по ділянках поля інформацію, топографічні дані.

Таблиця 3.2.3.1

Характеристика приладів супутникової навігації, що застосовуються для обробітку ґрунту і сівби

Операція	Необхідна точність, см	Навігаційний прилад
Обробіток ґрунту	5–10	AgGPS EZ-Guide Plus 252 System
Сівба	2,5–5	AgGPS EZ-Guide Plus 252 System або RTK в комплектації з підкермувальним пристроєм AgGPS EZ-Steer або системою автоматичного кермування AgGPS Autopilot

Навігаційні прилади серії AGGPS складаються з: курсовказівника, антени і GPS-приймача, який може бути вбудованим або зовнішнім. Пересування трактора з використанням даного приладу може здійснюватися при найменшому втручанні механізатора. Це досягається шляхом дооснащення навігаційного приладу AGGPS Ez-guide Plus 252 System підкермувальним пристроєм Ez-steer, який кріпиться на рульовий механізм трактора й отримує сигнали від навігаційного приладу. При цьому значно підвищується точність кермування. В такому випадку механізаторові залишається лише братися за кермо на поворотах, коли трактор підходить до кінця ряду. Монтаж цього пристрою займає декілька хвилин, що дозволяє з легкістю переставляти його на інші трактори.

Існує також система повного автоматичного кермування AGGPS Autopilot, при якій може використовуватися ще і навігаційний контролер AGGPS, який, використовуючи вихід GPS- приймача і свої власні вбу-

довані сенсори, передає точний сигнал, необхідний для автоматичного водіння.

Догляд за рослинами передбачає використання приладів супутникової навігації при внесенні мінеральних добрив і засобів захисту та дозволяє вирішити наступні завдання:

- максимально скоротити пропуски і перекриття, які інколи сягають 11 % площі полів і наслідком чого є втрата врожаю і недоотримання прибутку;

- зменшити витрати матеріалів та палива за рахунок точного паралельного кермування;

- провести операції в максимально короткий термін.

Ці завдання дозволяє виконати навігаційний прилад AGGPS Ez-guide Plus, заявлена точність якого вище 30 см, що є допустимою величиною для виконання операцій по догляду за рослинами. Ці навігаційні прилади мають низку переваг перед різними маркерами, повністю їх замінюючи.

Збирання врожаю. Використання навігаційних приладів серії AGGPS при збиранні врожаю дозволяє максимально скоротити час прибирання за рахунок швидшого й упевненішого пересування по полю в заданому напрямі. У даному випадку використовується навігаційний прилад, що забезпечує паралельне водіння із заданою шириною ряду, а саме AGGPS Ez-guide Plus 252 System, який забезпечує точність в 5–10 см.

Для створення і зберігання інформації, створення карт врожайності та вирішення інших завдань використовують польові комп'ютери, які, працюючи спільно з навігаційним приладом, дозволяють зберігати дані, проводити картування, аналізувати зразки ґрунту, вести топографічну карту. Завдяки потужній батареї користувач може працювати в полі весь день, не турбуючись про збереження даних. Вбудована флеш-память гарантує збереження даних навіть при перезавантаженні або повній розрядці батареї. Екран дозволяє швидко виводити великі графічні зображення і файли даних ГІС. При цьому зображення на кольоровому сенсорному екрані добре читається навіть при прямому сонячному освітленні, тому можна проглядати деталізовану графіку безпосередньо в полі.

Головне призначення системи точного землеробства – диференційований підхід до окремих ділянок поля. Річ у тому, що традиційно прийнято розглядати поле як якусь одиницю, для якої властиві однакові оцінки розвитку рослин і, отже, однакова врожайність на всій площі. Тому розглядаючи поле як однорідну одиницю, в неї вкладається однакова кількість мінеральних добрив, засобів захисту рослин і таке інше. Проте насправді варіація родючості ґрунту і ступінь розвитку рослин усередині поля величезна. Це підтверджують зображення рослинності полів, отри-

мані з космічних знімків, по яких за допомогою спеціальної програми будується цифрова карта схожості і розвитку рослин. Побачивши на ній проблемні зони, агроном виїжджає вже безпосередньо в ці зони, проводить аналіз ґрунту і вносить необхідні добрива диференційовано.

Отримати інформацію про площу поля і його агрохімічний стан можна при використанні мобільного автоматизованого комплексу, що складається з навігаційної системи, польового комп'ютера, автоматичного пробовідбірника і автомобіля (рис. 3.2.3.2., 3.2.3.3.). Мобільний комплекс що використовується, дозволяє в повному об'ємі в автоматизованому режимі здійснити із заданим кроком (розмір елементарної ділянки) дискретне польове обстеження. Обстеження починається зі створення електронного контура польової ділянки, визначення точок відбору проб і навігації по цих точках. Для цього заздалегідь об'їжджається кожне поле і зберігається в пам'яті бортового комп'ютера польовий контур. Потім на отриманий контур накладається сітка, первинною коміркою якої є елементарна ділянка поля. Автоматичним пробовідбірником (рис.3.2.3.3), який переміщується по діагоналі ділянки, відбирається по 10 проб ґрунту з шару 0–30 см. З них складається об'єднана проба, яка використовується в агрохімічному аналізі. При взятті проб із кожної елементарної ділянки номера проби привласнюється порядковий номер ділянки, географічні координати якої зафіксовані в пам'яті польового комп'ютера. Автоматичний пробовідбірник Wintex 1000 проводить відбір однорідних проб ґрунту на глибині до 30 см. Глибина може регулюватися від 10 до 30 см. Wintex 1000 проводить відбір проб за допомогою спеціального спроектованого зонда, який, протикаючи ґрунт, повертається по спіралі, зменшуючи тим самим навантаження на механізм і забезпечуючи високу швидкість відбору ґрунту. Зонд має такий розмір, що за 10–14 разів він набирає необхідну для лабораторного аналізу кількість ґрунту (близько 300 грам). Зразки ґрунту автоматично поміщаються в бокс, який потім відправляється в лабораторію. Всіма операціями можна керувати з водійського сидіння. Комплекс може також встановлюватися і на інші автомобілі, зокрема вітчизняні, типу Нива, УАЗ та ін. В цьому випадку необхідно після 10 проколів виходити з машини, витягувати бокс з ґрунтом і вставляти порожній. Результативними даними з автоматичного пробовідбірника є ґрунтові карти, які відображають інформацію про наявність поживних речовин на певному полі або ділянці. Отримана інформація є основою для внесення мінеральних добрив. Таким чином, після проведення агрохімічних аналізів, окрім карти контура поля і уточнення його площі, є можливість формування в спеціалізованій ГІС-програмі «SMS-advanced» картограм забезпеченості ґрунту елементами живлення (рис.3.2.3.4.).

Таблиця 3.2.3.2.

Порівняльна характеристика сенсорних датчиків

Показники	Система Greenseeker	Система MiniVeg N	N-Sensor	Crop-Sensor
Культура	Озима пшениця, кукурудза, ячмінь	Зернові культури і кукурудза	Зернові культури, кукурудза, ріпак	Усі види колосових зернових за відсутністю їх полягання
Матеріали, що вносяться	Рідке добриво, гранульоване добриво	Удобрення, фунгіциди, стимулятори росту	Удобрення, фунгіциди, стимулятори росту	Удобрення, фунгіциди, стимулятори росту
Принцип роботи	Частина відбитого світла потрапляє на фотодіоди, де вимірюється його кількість. Комп'ютером вираховується індекс вегетації, який служить показником щільності травостану і його життєздатності. Обчислюється також необхідна кількість добрив, яка подається дозовано в кожен жиклер	Датчики кріпляться на штанзі, яка повертається убік по ходу руху техніки. У датчику відбувається розкладання сонячних променів і порівняння з променями від рослин. Залежно від вмісту хлорофілу у видимій частині спектра відбивається більше або менше світла. Визначається колір листя, а також щільність травостану. Комп'ютер обчислює необхідну кількість добрив, визначає захворювання на листі рослин	Датчик вмонтовується на даху тягача. В датчику відбувається розкладання сонячних променів на 256 діапазонів спектра і порівняння з променями від рослин. Залежно від вмісту хлорофілу у видимій частині спектра відбивається більше або менше світла. Визначається колір листя, а також щільність травостану. Комп'ютер обчислює необхідну кількість добрив, а також програмує алгоритми для їх повторних внесень	На передній частині трактора кріпиться маятник, за допомогою якого на постійній висоті вимірюється сила опору рослин при їх відхиленні від вертикального положення. Установка висоти залежить від маси і кількості окремих рослин. Оцінка маси рослин відбувається між колесами трактора, що проходить по міжряддях
Ціна	Понад 20.000 євро. Рекомендується для великих підприємств	20.000 євро. Рекомендується для великих і середніх підприємств	20.000 євро. Рекомендується для великих і середніх підприємств	5.000 евро. Рекомендується для малих підприємств

На підставі цих картограм можна проводити подальший аналіз, планувати заходи щодо поліпшення ґрунтів, створювати карти для диференційованого внесення добрив. При повторному обстеженні завдяки навігаційній системі відбір проб ґрунту можна проводити з тих же точок. Відтак, за декілька років вже стане помітною картина зміни родючості даного

поля. На основі подібних картограм по решті елементів живлення будується карта-завдання на внесення добрив залежно від реального забезпечення (рис.3.2.3.5.). Ще одним важливим компонентом системи точного землеробства є картування врожайності (рис.3.2.3.6.), яке дозволяє здійснювати аналіз ефективності господарської діяльності. Зокрема, на основі карт врожайності можна у відповідній ГІС-програмі (Stools, SMS) створити карти економічної ефективності кожного поля з розрахунком прибутків або збитків при різних цінах на продукцію.

Це дозволить відразу після збирання врожаю прорахувати різні сценарії збуту продукції, зіставити витрати і прибуток. Не менш важливим є і екологічний аспект використання таких карт. При збиранні зерна з використанням датчика врожайності разом із основними даними (врожайність, вологість, збір продукції та ін.) створюється карта рельєфу та ерозійної небезпеки поля.

Все наведене вище стосувалось переваг системи точного землеробства у режимі *«off-line»*. Але найбільш переконливими є переваги системи точного землеробства у режимі *«on-line»*, коли з'являється можливість за допомогою спеціальних датчиків робити виміри стану рослин на мікролокальному рівні ділянки поля і одразу ж коригувати внесення агрохімікатів.

Зокрема, розроблені різні системи сенсорних датчиків, які встановлюються на конкретних ділянках місцевості, де вносяться азотні добрива. Датчики визначають в реальному часі основні параметри стану ґрунтів, які необхідно враховувати для регулювання зростання рослин. За допомогою комп'ютера і відповідного програмного забезпечення відбувається обробка даних, визначається кількість добрив, необхідна для конкретної ділянки землі; потім дані передаються на агрегати, які вносять добрива.

За допомогою датчиків попереднього покоління подача добрив визначалася взаємозалежністю «хлорофіл – біомаса – маса рослини» і здійснювалася опосередковано. Перевагами таких систем є мала витрата добрив, зростання врожайності, вища якість продукції і більш рівномірна продуктивність. Головні характеристики сенсорних датчиків наведені в таблиці (табл. 3.2.3.2)

Особливо важливе використання таких датчиків при внесенні азотних добрив, застосування яких є вирішальним чинником для підтримки родючості ґрунтів, отримання високих урожаїв і поліпшення якості сільгосппродукції.

Диференційоване внесення мінеральних добрив – один із найважливіших економічних і екологічних аспектів «точного землеробства». Застосування даної технології та устаткування дозволяє значно скоротити витрати на добрива, тобто вносити їх залежно від потреби ґрунту, а також забезпечує оптимальний вміст живильних речовин у ґрунті. Для цього під

час проведення робіт за умови наявності GPS-обладнання будується карта внесення добрива (рис. 3.2.3.7.)

Кількість добрив, що вносяться, фіксується в системі місцевих координат і представлятися у вигляді карт GIS, які можуть надалі використовуватися для аналізу, при ухваленні рішень.

Використання перелічених сучасних приладів у поєднанні з системою точного позиціонування і географічною інформаціїною системою (ГІС) є надійною передумовою для ефективного й екологічно толерантного ведення землеробства.

3.3. Екологічна толерантність у сучасному тваринництві

Зміст попередніх розділів обережно підводив читача до однієї з головних тез нашого навчального посібника – надінтенсивне і марнотратне з точки зору енергетичних субсидій землеробство ніколи не буде економічно ефективним. Або ж відверте гребування екологічними законами і відхід від них в агроекосистемах не лише спотворюють складні екологічні відносини нашого виду зі своїм природним оточенням, а й знищують головне багацтво біосфери – ґрунти. Неможливість осягнути або відверта недолугість в осягненні цих відносин зовсім не спростовує надскладне положення нашого виду в екологічних системах, а є найголовнішою причиною загострення екологічних проблем різних рівнів. Але якщо «привласнення» енергії нашим видом на рівні фітомаси редуцентів має усі ознаки прямого її споживання (через процес фотосинтезу), то тваринництво в екологічній піраміді агроекосистеми займає вже наступну сходинку трофічного ланцюга. А отже, встановлення екосистемних відносин на рівні штучно створеного людиною ланцюга консументів може являти собою доволі складне наукове завдання. Чи пов’язана низька ефективність вітчизняного тваринництва з таким же, як і у рослинництві, спотворенням екосистемних відносин? Напевне, це головне запитання, на яке треба шукати відповідь.

Як країна з високими потенційними можливостями Україна має значні конкурентні переваги і може стати передовим експортером тваринницької продукції з високим валовим прибутком, маючи при цьому відповідні критерії достатності, доступності та продовольчої не залежності. Проте сучасний стан аграрного ринку характеризується незадовільними обсягами та структурою продовольства, недосконалою системою контролю за якістю та безпечністю, недієвою державною підтримкою, зокрема з урахуванням вимог СОТ. Наразі актуальними є питання стану галузі тваринництва як складової продовольчої безпеки держави.

Україна втратила половину докризового рівня споживання м'ясопродуктів, і з того часу цей показник залишається надто низьким. Галузь тваринництва останні 20 років виказує стійку тенденцію до скорочення чисельності майже всіх видів сільськогосподарських тварин, а відповідно, й обсягів виробництва. Негативні тенденції в розвитку галузі, що виявились на початку 90-х років минулого століття, позначались, передусім, скороченням поголів'я худоби та птиці. У цей період дестабілізуючі процеси в галузі набули обвального характеру, внаслідок чого в усіх без винятку господарствах, які займалися виробництвом тваринницької продукції, погіршилися показники господарської діяльності.

Це призвело до зниження обсягів виробництва продукції скотарства, наприклад, молока – у 2,7 рази, яловичини – у 4,4, а виробництва свинини – у 3 рази. Наявне поголів'я тварин і земельні ресурси перебувають у разючій невідповідності.

Виробництво свинини на 100 га в Україні менше в 2,6 рази порівняно з країнами ЄС, а порівняно з Білоруссю і Великою Британією у 2,8 і 5,2 рази відповідно. За умови, що більше 80 % окремих видів продукції тваринництва виробляється непромисловим способом, втрачено можливість успішно використовувати здобутки науки. За таких умов спостерігається висока собівартість продукції і низька якість.

За даними Держспоживстандарту України, 20 % м'ясної продукції не відповідає умовам, встановленим у національних нормативних документах. Рівень гармонізації ДСТУ на м'ясо і м'ясопродукти ще нижче та складає 10,6 % від загальної кількості.

Незважаючи на триваючий спад аграрного виробництва, який мав би сприяти покращенню екологічної ситуації, потужна монополізація агрохолдингами аграрного сектору економіки, які в гонитві за прибутками ігнорують екологічні вимоги, гостро ставить питання екологічної безпеки вітчизняного тваринництва.

Еколого-соціальний аспект занепаду тваринництва полягає у тому, що сільська українська родина позбавлена традиційної зайнятості на тваринницьких фермах, поставлена на межу виживання і змушена вести за суттю натуральне господарство. А невизначеність власності на землю з ослабленням державного управління і зниженням ефективності роботи державних природоохоронних і правоохоронних органів веде до непоправних втрат генофонду і як наслідок – до демографічної кризи.

Екологічний аспект розвитку українського тваринництва також проявляється у недовнесенні (через зменшення поголів'я) великої кількості органічних добрив у вітчизняні збіднілі на органіку ґрунти. Власне, екологічна толерантність галузі тваринництва повинна оцінюватись через його непересічну роль (стосовно підтримки гомеостазу) в агроекосистемах.

3.3.1. Екологічні відносини в агроекосистемах тваринного спрямування

В агроекосистемах тваринницької спеціалізації екологічні відносини будуються, виходячи з інтенсивності споживання енергії екосистеми. Власне, сільськогосподарські тварини як гетеротрофні організми і консументи другого порядку займають другу сходинку (після продуцентів) в екологічній піраміді і належать до тієї частини біоти, на яку припадає лише 1 % споживання енергії біосфери (Горшков, 1997). А це означає, що з енергетичної точки зору інтенсивне безвигульне тваринництво завжди буде більш витратним, ніж рослинництво. В цьому, напевне, полягає пояснення глибокої кризи вітчизняного тваринництва, яке не витримало конкуренції з тими країнами, які завдяки своїм потужним біокліматичним ресурсам змогли організувати вигульне – більш дешеве утримання худоби (Аргентина, Австралія, Нова Зеландія).

Розповсюджені сьогодні у світі системи безвигульного утримання сільськогосподарських тварин на відміну від системи випасу засновані на здатності високопродуктивних сільськогосподарських земель виробляти зерно або будь-які інші концентровані корми для тваринництва. Консументи в цих системах вилучені з безпосереднього екологічного взаємозв'язку (через середовище існування) з системою продуцентів.

Методи ведення сучасного тваринництва в умовах жорсткої конкуренції засновані на використанні фізіологічних параметрів, які сприяють збільшенню виробництва м'яса, яєць і молока. До того ж досягненню кінцевої мети – підвищенню продуктивності тварин – сприяє використання сільськогосподарської техніки й енергії. Показовою щодо цього є найінтенсивніша галузь бройлерного птахівництва. Так, зміна режиму годування і вдосконалення програм з розведення бройлерів збільшили ефективність бройлерного птахівництва: бройлери перетворюють близько 2 кг кормів на 1 кг живої маси.

Шляхом «вилучення» цих систем утримання сільськогосподарських тварин з безпосереднього екологічного зв'язку з продуцентами в агроекосистемах людина повністю концентрується на функціях процесу й ігнорує проблеми, що пов'язані зі зміною структури агроландшафту. Дійсно, агроекосистема птахофабрики із власною «сировинно базою» значно відрізняється від птахофабрик промислового типу, які можуть працювати навіть у відриві від агроландшафту. В структурі посівних площ таких птахофабрик більшу частину дійсно займають зернові культури і кормові трави.

На відміну від агроекосистем безвигульного утримання, екстенсивні агроекосистеми характеризуються цілеспрямованим відтворенням популя-

цій рослин і тварин при обмежених енергетичних субсидіях. Серед таких систем відзначається випас сільськогосподарських тварин на пасовищах і заготівля деревини в національних заповідниках, де біоресурси використовуються на рівнях ландшафту, співтовариства й екосистеми. Системи випасу сільськогосподарських тварин значно відрізняються від інтенсивних головним чином за типом травостою природних кормових угідь. Агроландшафт в них змінюється від статичного і гомогенного (наприклад, зрошувані пасовища) до динамічного і гетерогенного (наприклад, пасовища в напіварідних і арідних районах). У системах випасу сільськогосподарських тварин може мати місце одностороння або багатобічна експлуатація споживачем основних ресурсів виробництва. Одностороннє використання бази ресурсів створюється на регульованих пасовищах. В цьому випадку різноманіття продуцентів зменшується, і консументи вимушені обмежуватися вживанням в їжу лише декількох їхніх популяцій. У інших випадках (як, наприклад, на пасовищах в напіварідних районах) менша інтенсивність випасу призводить до збільшення різноманіття рослинних співтовариств.

Травоїдні тварини можуть чинити вплив на просторову гетерогенність в комплексі продуцентів. Характер випасу копитних на невживаних раніше пасовищах, кліматичні умови в регіоні мають тенденцію до значного впливу на схему розподілу рослинності. У сучасних екстенсивних пасовищних системах утримання худоби рослинність і її строкатість також залежать від розподілу земель та їхніх власників. Наприклад, в західних районах США літній і зимовий режими випасу, а також різні навантаження на пасовища створюють певне співтовариство рослин на кожній окремій території. Але в результаті тривалого посиленого випасу великої рогатої худоби зменшилася висота трав'янистого покриву прерій.

Окрім зміни видового складу, системи випасу сільськогосподарських тварин впливають на різні біохімічні та фізичні параметри середовища. Зокрема, вважається, що консументи, особливо великі травоїдні тварини, є єдиним важливим чинником, що визначає втрати азоту з системи, а також тим, що забезпечує перенесення поживних речовин з однієї території на іншу. Надмірний випас може чинити вплив на фізичні характеристики ландшафту і привести до зменшення рослинного покриву, що, у свою чергу, викликає розвиток сильної ерозії на крутих схилах.

Процес управління пасовищами і системами випасу сільськогосподарських тварин діє через фізіологічні та екосистемні зв'язки між продуцентами і консументами. Наприклад, багато рослин чутливі до зовсім незначного навантаження на пасовище. Ці чутливі до випасу рослини можна виявити на територіях, на яких майже не проводиться випас травоїдних тварин. З іншого боку, відомо, що деякі рослини швидко віднов-

люються і розростаються при проведенні випасу на займаній ними території. Для організації нормального функціонування фізіологічних процесів і збереження продуктивності екосистеми при проведенні випасу доцільно вводити оптимальний режим випасу травоїдних. Зокрема, вважається, що параметри пасовища, головним чином величини, що характеризують його продуктивність, спочатку збільшуються зі зростанням навантаження, а потім зменшуються.

Зазначене вище стосується екстенсивних типів тваринництва. Відстежити ж трофічні відносини у тваринницьких агроекосистемах інтенсивного типу дуже складно, оскільки розподіл первинної продукції між консументами нібито «розмивається» в агроландшафті. Проте загальне уявлення про ці відносини можна скласти на основі хоча б загальноприйнятої статистики. Так, знаючи загальну масу продукції рослинництва, що вилучається з врожаєм, і зіставляючи її з тією масою, що залишається в господарстві (як корму у тваринництві, так і органічних добрив у рослинництві), можна говорити про відносну чи якісну оцінку рівня екологічної толерантності різних форм ведення господарства. Власне, мова йде про показник частки продукції рослинництва, що використовується у тваринництві (Крючков, 1975).

Для розрахунку даного показника стосовно території Харківської області враховувалися показники валової і товарної продукції рослинництва, вихід зеленої маси, силосу та сінажу. За 100 % береться валова продукція рослинництва. Результати розрахунків відбиті на карті «Трофічні відносини в агроекосистемах» (рис.3.3.1.). З аналізу карти видно, що найбільший кормовий «тиск» на сільгоспугіддя припадає на господарства приміської зони з інтенсивним молочним, молочно-м'ясним скотарством та птахівництвом. При цьому відчутною залишається залежність спеціалізації тваринництва від природних умов (Сонько, 2003[130]).

Так, у господарствах, які знаходяться у заплавах рік з високою часткою в структурі сільгоспугідь пасовищ та сіножатей спостерігається найбільша частина продукції рослинництва, що використовується в тваринництві. Тобто мова йде про певну відповідність наявного біокліматичного потенціалу й інтенсивності його використання. Господарства, що мають менш толерантні в екологічному відношенні типи використання земель, позначені блідо-сірим кольором і спеціалізуються на товарній продукції рослинництва.

[130]С. Сонько. Просторовий розвиток соціоприродних систем – шлях до нової парадигми : монографія [Електронний ресурс] / С. Сонько. – Режим доступу : http://www.udau.edu.ua/media/elektronni-materiali/navchalni-posibniki-monografiyi/prostorovij-rozvitok-soczio-prirodnix-sistem-shlyax-do-novoyi-paradigmi.-monografiya-sonko-s.p.html

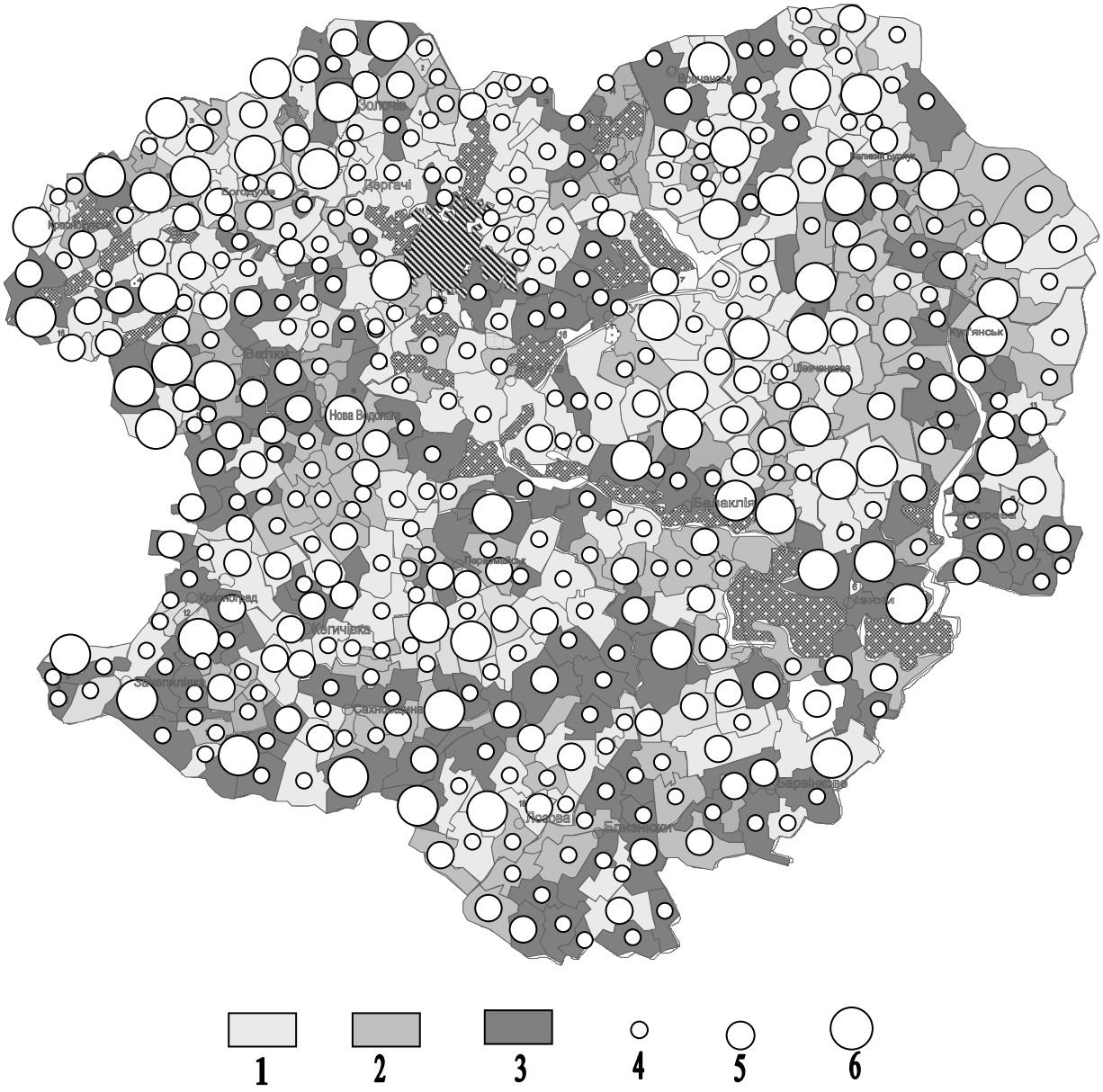


Рис. 3.3.1. **Трофічні відносини в агроекосистемах:**
Харчовий ланцюг консументів (частка продукції рослинництва, що використовується в тваринництві, %): 1 – менше 70 %; 2 – 70–75 %; 3 – понад 75 %.
Харчовий ланцюг продуцентів (валова продукція рослинництва, тис. ц.):
4 – менше 50 %; 5–50–70 %; 6 – понад 70 %

Спираючись на дані, відбиті на карті, можна доповнити уявлення (але вже на прикладі тваринництва) про екологічноу толерантність сільського господарства. Зокрема, разом із умовами нагромадження (або знищення) гумусу (див. розд. 3.1.5) обов'язково треба враховувати ступінь розірваності трофічних ланцюгів продуцентів, консументів і редуцентів.

Виходячи з картодіаграми, принцип екологічної толерантності сільського господарства (на додаток до екологічної толерантності землеробства, Кез, розрахованого вище) доповнюється таким чином: чим більше споживається рослинної продукції, виробленої у конкретному господарстві у га-

лузі тваринництва, тим більш толерантними є такі господарства по відношенню до природних екосистем.

Проте, незважаючи на складність трофічних відносин у сучасному тваринництві, екологічні проблеми, що виникають на рівні «організм – середовище» доволі відчутні і потребують своєї ідентифікації та вирішення.

3.3.2. Екологічні проблеми в зонах тваринницьких ферм та комплексів

Сучасні тваринницькі комплекси залишаються потужними забруднювачами навколишнього середовища: відходи та стічні води тваринницьких комплексів, ферм та птахофабрик, переробна промисловість, низька технологічна дисципліна, відсутність належного контролю на сільськогосподарських об'єктах, розкиданих на великих територіях – все це призводить до того, що стан довкілля в сільській місцевості залишається незадовільним, а низка регіонів мають ознаки зон надзвичайної екологічної ситуації або навіть екологічного лиха.

Розвиток тваринництва на промисловій основі, створення потужної кормової бази, розширення відгінних пасовищ, велика концентрація поголів'я худоби на обмеженій площі, зміна традиційних форм його утримання зумовлюють необхідність використання великої кількості води з річок, озер та інших водних об'єктів, що чинить істотний вплив на стан самих водойм і навколишнього середовища в цілому. Як відомо, промислове тваринництво – один із найбільших водоспоживачів і вкладників у процеси евтрофікації водойм.

Висока концентрація поголів'я худоби на обмежених площах, використання гідравлічних систем збирання і видалення екскрементів тварин призводять до утворення величезних обсягів рідкого гною, а також значних кількостей шкідливих летючих хімічних речовин, неприємних запахів, інтенсивного шуму та ін. Технологія утримання худоби на тваринницьких комплексах – переважно безпідстилкова, бо солома йде на корм худобі. Очисні споруди або зовсім відсутні, або неспроможні переробити й раціонально використати великий обсяг гною, особливо рідкої консистенції. Гідравлічний спосіб видалення гною з ферми переважає, але поблизу них доводиться створювати спеціальні відстійники, а вони також є серйозними забруднювачами довкілля.

Створення великих тваринницьких комплексів не виправдане і з економічного боку. Через обмежені можливості кормозабезпечення не освоюються виробничі потужності. Інтенсивне використання кормових угідь навколо таких комплексів призводить до різкого зниження їхньої продуктивності аж до повної деградації.

Основними проблемами охорони навколишнього природного середо-

вища в зонах тваринницьких ферм є запобігання забрудненню гнойовими стоками різних водойм, річок і підґрунтових вод. Найбільш розповсюдженим наслідком забруднення є евтрофікація водойм, можливе нагромадження патогенних мікроорганізмів, забруднення атмосферного повітря сірководнем, аміаком, молекулярним азотом та іншими сполуками.

Забруднення навколишнього середовища багато в чому визначається складом гнойових стоків, який залежить від таких основних факторів: виду сільськогосподарських тварин, їх чисельності, якості та кількості кормів, росту, статі й маси тварин, напряму тваринництва, способу утримання, а також способів видалення гною. До складу гнойових стоків належать: екскременти тварин, залишки кормів, вовна, щетина і технологічна вода. Екскременти різних видів сільськогосподарських тварин, які становлять основу гнойових стоків, відрізняються за своїми фізико-хімічними показниками.

Добовий вихід екскрементів залежно від статево-вікових груп коливається від 0,5 до 12,4 кг на одну тварину. Середня вологість екскрементів великої рогатої худоби може бути від 86 до 97 %, вміст сухої речовини – від 0,17 до 4,93 % за добу.

Суттєво впливає на якість атмосферного повітря неправильне зберігання і використання безпідстилкового гною. При зберіганні його у відкритих ємностях випаровується і потрапляє в атмосферу аміак, молекулярний азот та інші його сполуки. Утворені газоподібні продукти розпаду зумовлюють неприємний запах.

Рідкий гній та гноївка (розчинений у воді гній) містить значну кількість патогенних організмів. Під час його анаеробного розкладання утворюються шкідливі гази (сірководень, аміак тощо), а також жирні кислоти, аміни та інші сполуки з неприємним запахом. Тому за відсутності належного контролю за його збереженням і використанням у зонах тваринницьких комплексів створюється реальна загроза поширення інфекційних хвороб.

Внесення безпідстилкового гною і тваринницьких стоків від великої рогатої худоби і свиней у ґрунт призводить до бактеріального його зараження. Патогенні бактерії зберігаються в ґрунті полів зрошення протягом 4–6 місяців. Сільськогосподарські культури, які вирощують на таких полях, заражуються патогенними бактеріями. При внесенні стоків у ґрунт методом дощування на відстані до 400 м поширюються яйця гельмінтів.

Тваринницькі відходи забруднюють поверхневі водойми, підземні води й ґрунт. Внаслідок цього велика кількість біогенних елементів надходить у ці джерела. При цьому в природних водоймах гнойова рідина викликає масове отруєння водних організмів. У воді різко зростає кількість аміаку і зменшується вміст кисню. Таким чином, існує необхідність розробки

шляхів утилізації й раціонального використання відходів тваринництва.

При вирішенні питань розміщення тваринницьких комплексів, вибору систем обробки та використання відходів тваринництва фахівці помилково виходили з того, що провідні компоненти навколишнього середовища – атмосферне повітря, ґрунт, водойми – практично невичерпні з екологічної точки зору. Проте досвід експлуатації перших побудованих тваринницьких комплексів засвідчив інтенсивне забруднення об'єктів довкілля та несприятливий вплив на умови проживання населення. Специфіка підприємств з вирощування, відгодівлі та утримання тварин полягає у наступному:

1) переважний вплив неорганізованих викидів (ставки-відстійники, гноєсховища, очисні споруди) – до 99,5 % від загальної маси виділень;

2) нерегулярний характер процесів виділення і утворення забруднюючих речовин, що визначають викиди як від самих тварин, так і від продуктів їх життєдіяльності, пов'язаний з діяльністю мікроорганізмів-деструкторів, яка залежить від температурних умов і місця існування.

Санітарно-гігієнічні умови на фермах також в основному підтримуються за допомогою води: для миття тварин, очищення приміщень та їх дезінфекцій, підготовки кормів, миття посуду й апаратури, гідрозмиву гною і т. д. Разом з тим зі зростанням споживання води для потреб тваринництва збільшується скидання стічних вод у водойми, в результаті чого вони забруднюються і втрачають свої корисні властивості. Навіть скидання невеликих доз неочищених стічних вод від тваринницьких ферм і комплексів викликає масові замори риби і завдає значної економічної шкоди.

Хімічному і біологічному забрудненню атмосферного повітря значною мірою сприяють також недостатньо відпрацьовані технології на промислово-тваринницьких комплексах і птахофабриках. Джерелами забруднення атмосфери є приміщення для утримання худоби, відгодівельні майданчики, гноєсховища, біологічні ставки, ставки-накопичувачі стічних вод, поля фільтрації, поля зрошення. У зоні тваринницьких комплексів та птахофабрик атмосферне повітря забруднене мікроорганізммами, пилом, аміаком та іншими продуктами життєдіяльності тварин (понад 45 різних речовин). Їх запахи можуть поширюватися на значній відстані (до 10 км), особливо від свинокомплексів.

Основними складовими ресурсного забезпечення тваринництва є кормові ресурси. Розвиток тваринництва припускає нарощування обсягів виробництва кормів, що потребує збільшення використання земельних ресурсів, які вже сьогодні внаслідок інтенсивного вирощування сільськогосподарських та технічних культур і недотримання необхідних сівозмін втратили, за різними оцінками, третину гумусу і потребують негайного якісного відтворення.

Дослідження інтенсивності техногенного забруднення повітря, води, ґрунтів, а отже, і кормів, вважається однією з пріоритетних проблем досліджень в агроекології. Внаслідок порушення екологічної рівноваги, зумовленого промисловими викидами, безконтрольним використанням мінеральних добрив і засобів захисту рослин, різким збільшенням автотранспорту, найбільш актуальними є питання виникнення мікроелементних аномалій індустріального походження.

До основних забруднювачів кормів відносяться радіоактивні та отруйні відходи промисловості, транспорту і домашнього господарства, які потрапляють через повітря, воду і ґрунт на продукти харчування або проникаючи в них при зберіганні. До складу кормових раціонів можуть потрапляти такі антропогенні забруднювачі, як нітрати, пестициди, діоксини, поліхлоровані біфеніли та тріфеніли, солі важких металів, радіонукліди та інші небезпечні для здоров'я речовини.

Важкі метали потрапляють в організм тварин з кормами (з рослин) і з водою, а також при злизуванні тваринами фарб і різних елементів у корівнику і на пасовищі. Сполуки важких металів можуть проникати в молоко з устаткування та пристроїв, що використовуються на молочних фермах. Найнебезпечніше джерело важких металів – корм рослинного походження. Занадто часто молочних корів випасають на пасовищах поблизу доріг з інтенсивним вуличним рухом автотранспорту. Разом з тим ветеринарна статистика фіксує тільки гострі захворювання, викликані споживанням великих доз важких металів. Як правило, отруєння протікають нетиповим чином, і не завжди правильно ставиться діагноз.

Свинець, ртуть, кадмій, миш'як і цинк вважаються основними забруднювачами головним чином тому, що техногенне їх накопичення в навколишньому середовищі відбувається швидкими темпами. Продукція рослинництва, вирощена навіть на слабозабруднених ґрунтах, здатна викликати кумулятивний ефект, обумовлюючи поступове збільшення вмісту важких металів в організмі теплокровних (людина, тварина). Поступаючи в рослини, важкі метали розподіляються в їх органах і тканинах досить нерівномірно.

Ще одна загрозлива проблема пов'язана з тваринництвом як штучно перетвореним людиною відновлювальним природним ресурсом, який може розвиватися тільки на високоякісній екологічно безпечній кормовій базі. Це проблема небілкового азоту, або нітратів та нітритів. Україна досягла найвищого в світі рівня розораності земель, тому корми виробляють на розораних сільськогосподарських угіддях, родючість орного шару яких останніми роками катастрофічно падає, вміст гумусу зменшується, тобто відновлювальність такого цінного природного ресурсу, як ґрунт для отримання повноцінної біомаси знижується. Гостроти цій проблемі додає

також криза вітчизняного тваринництва, у якому зменшення поголів'я худоби, а отже, і надходження органічних добрив, лише посилює загальну екологічну кризу. Якщо врахувати, що з 1 т підстилкового гною утворюється приблизно 50–55 кг гумусу, то слід забезпечити внесення органічних добрив не менше 13–15 т/га під оранку. Раніше реально вносили близько третини цього обсягу і впродовж останніх 20 років ґрунти України втратили в середньому 12–18 % гумусу, до того ж від ерозійних процесів втрачається значна кількість основних біофільних елементів. Унаслідок сповільнюються процеси денітрифікації азоту, порушується баланс поживних речовин для рослин, знижується поживність кормів, зокрема амінокислотна, але зростає питома вага в них амідів.

Розбалансованість середовища орного шару земельних угідь призводить до пригнічення синтезу амінокислот у рослинах і збільшення вмісту в них небілкового азоту (нітратів), а надлишок небілкових сполук азоту в кормах може спричинити навіть отруєння тварин.

Рослини здатні накопичувати в собі практично всі шкідливі речовини. Тому особливо небезпечною є сільськогосподарська продукція, що вирощується поблизу промислових підприємств і великих автодоріг. Забруднення кормових культур у сільському господарстві веде до забруднення продукції тваринництва. При цьому необхідно мати на увазі, що травоїдні тварини вживають їжі в перерахунку на 1 кг маси тіла більше, ніж людина, а відповідно і більше шкідливих речовин, які містяться в кормах. Так, наприклад, якщо доросла людина з питною водою та продуктами харчування в середньому за добу отримує 2,5–3 мг/кг нітратів, то для великої рогатої худоби це навантаження становить 100–200 мг/кг, а для свиней – 60–70 мг/кг. І хоча в організмі тварин відбувається розпад більшої частини шкідливих речовин, все ж таки виникає необхідність у контролі, як кормових культур, так і продукції тваринництва. Продукти тваринного походження, як правило, містять незначну кількість нітратів порівняно з продукцією рослинництва. Це стосується насамперед м'яса і молока. При цьому їх концентрація залежить від пори року, а отже, з кормовими раціонами.

Рівень радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь унаслідок природних процесів і агротехнологічних заходів за період, що минув після аварії на ЧАЕС, дещо знизився, але проблема виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва і тваринництва не втратила своєї актуальності.

Природні та сіяні сінокоси й пасовища – важливі ланки біологічного ланцюга, по якому радіоактивні речовини переходять в організм тварин і далі через продукцію до людини. Радіонукліди, що випадають на поверхню луків і пасовищ, доступніші для рослин і включаються в продук-

цію, яку одержують з луків у більших обсягах, ніж у продукцію, одержану з орних земель. Тому луки можуть бути одним із основних джерел надходження радіонуклідів в організм тварин на територіях, які забруднені радіоактивними викидами. Якщо радіоактивні аерозолі випадають на лучну і пасовищну рослинність, значна частина радіонуклідів до потрапляння в ґрунт затримується в нижній частині рослин і у верхньому шарі біля кореневої дернини, звідки через основу стебла і поверхневі корені надходить у рослину. Цей механізм поглинання радіонуклідів відіграє важливу роль при добре розвиненому дернинному шарі деяких типів пасовищ. Отже, при випаданні радіонуклідів на луки і пасовища рослинність інтенсивно забруднюється всіма їх видами, а особливо стронцієм-90 та цезієм-137 за рахунок надходження із так званого дернинного резервуару.

Одним зі шляхів включення радіонуклідів у біологічні та харчові ланцюги може бути заковтування тваринами при випасанні разом з кормом частинок ґрунту, що містять радіонукліди. Основними каналами виведення радіонуклідів з організму ссавців є шлунково-кишковий тракт і нирки, а у лактуючих тварин, крім того, – молочні залози. Частина продуктів ділення, яка надійшла в організм лактуючих тварин, виводиться разом із молоком. У дослідах на лактуючих козах і коровах доведено, що концентрація радіонуклідів у молоці завжди у 5–10 разів вища, ніж у плазмі крові. Найбільш високі концентрації радіонуклідів у молоці корів спостерігаються у зимові та весняні місяці, що пояснюється зменшенням потреби щитовидної залози в йоді і підвищенням поглинання його молочною залозою. Отже, екологічна характеристика сировини тваринного походження і продуктів харчування віддзеркалює ступінь забруднення шкідливими хімічними речовинами повітряного та водного басейнів, а особливо ґрунту.

В останні десятиліття особливої актуальності набула також проблема утилізації біологічних відходів, в тому числі і трупів тварин, зокрема в результаті боротьби з коров'ячим сказом, пташиним грипом та іншими епізоотіями. У зв'язку з цим питання пошуку ефективних, біологічно безпечних методів знешкодження відходів тваринного походження постає практично перед усіма країнами світу і є одним із найактуальніших в області екологічної та біологічної безпеки.

На сьогодні в Україні практично не існує жодного населеного пункту, на території якого не було б хоча б одного худобомогильника, де б свого часу не здійснювалось захоронення трупів тварин. Фактично, землі на яких розташовано такі поховання практично на десятиліття викреслені із розряду придатних до використання.

Сьогодні, у світовій практиці для знешкодження й утилізації трупів тварин використовують біологічний, хімічний та фізичний методи. Біологічний метод оснований на здатності мікроорганізмів в процесі своєї жи-

ттєдіяльності розкладати та поглинати органічні відходи. Цей метод лежить в основі функціонування худобомогильників та біотермічних ям.

Закопування трупів на худобомогильниках – примітивний та нераціональний спосіб їх знешкодження. Цей спосіб знезараження при необережному використанні може спричинити розповсюдження стійких форм мікроорганізмів. Закопаний в землю труп спочатку піддається розкладанню в анаеробних умовах, під впливом анаеробної мікрофлори. В подальшому, при втраті ґрунтом повітря починається тління трупа і його висихання. Швидкість цих процесів залежить від вологості, повітропроникнення та інших властивостей ґрунту.

Чеський інженер Бекарі запропонував користуватися біотермічними ямами для знешкодження міського сміття. Пізніше такі ями стали використовуватися для знешкодження трупів. Тепер ями Бекарі вико ристовуються при м'ясокомбінатах за відсутності технологічних ліній з виробництва м'ясо-кісткового борошна. В біотермічних ямах знешкоджують всі трупи тварин, крім тих, які підлягають спалюванню.

Найкращим і перспективним фізичним методом утилізації трупів вважається переробка на утильзаводах, оскільки при цьому, крім повного знезараження трупів, отримують цілу низку продуктів: м'ясне і кісткове борошно, технічні жири, клей тощо. За даними української господарської асоціації «Укрветсанзавод» на території нашої держави функціонує 24 ветеринарно-санітарні заводи.

Таким чином, охорона навколишнього середовища у сучасному тваринництві пов'язана з реалізацією заходів щодо створення ефективних систем збору, видалення, зберігання, знезараження і використання гною та гнойових стоків, удосконаленням та ефективною роботою повітроочисних систем, правильним розміщенням тваринницьких комплексів і споруд обробки гною по відношенню до населених пунктів, джерел господарсько-питного водопостачання та інших об'єктів, сучасними технологіями утилізації трупів тварин, тобто з комплексом заходів гігієнічного, технологічного, сільськогосподарського та архітектурно-будівельного профілів.

3.4. Екологічна конверсія як шлях до збалансованого природокористування в агросфері

Збалансоване природокористування в агросфері пов'язане з головним елементом ресурсного потенціалу сільськогосподарського виробництва, яким є ґрунти. Можна заперечувати твердження, що розлад людини з природою починається із сільського господарства, однак не можна не визнати, що дедалі зростаючі масштаби ерозії ґрунту, зменшення видової розмаїтості фауни і флори, уніфікація агроландшафтів, забруднення довкілля пестицидами, нітратами, важкими металами прямо пов'язані саме із сіль-

ськогосподарською діяльністю на площі 4,7 млрд га, що становлять понад 30 % суходолу Землі.

Зазначені процеси не тільки порушують екологічну рівновагу біосфери, але й істотно знижують продукційний потенціал самих агроекосистем. Власне, необхідно осягнути беззаперечну істину, висловлену в попередніх розділах посібника: *природна родючість ґрунтів повинна розглядатись в агросфері не лише як умова людського господарювання, а й як головний його результат.*

Парадоксальність екологічної ситуації у сільському господарстві полягає в тому, що галузь, яка базується на використанні екологічно безпечної і практично невичерпної енергії Сонця (близько 95 % сухих речовин рослин – це акумульована сонячна енергія), опинилася серед біосферно небезпечних і за емісією СО в атмосферу сьогодні обігнала промисловість і транспорт. Росте забруднення продуктів харчування і ґрунтових вод нітратами і пестицидами, практично не знизилася залежність величини і якості врожаю від мінливих погодних умов. Як можливий шлях виходу агросфери з екологічної кризи в останні роки розглядається екологічна конверсія.

У більш широкому розумінні під конверсією мають на увазі різноманітні шляхи екологізації господарства (і не лише сільського). Екологізація – це розповсюдження екологічних принципів і підходів на виробничі процеси і соціальні явища, а також на природничі і гуманітарні науки. Екологізація природокористування включає такі компоненти, як:

а) максимальна ефективність використання ресурсів;

б) відтворення ресурсів і їх охорона від виснаження;

в) найбільш доцільні способи використання ресурсів.

Конкретних можливостей екологізації досить багато. В області виробництва – це перехід на маловідходні технології, дбайливе використання непоновлюваних ресурсів, економія енергії, відновлення лісів, повне знешкодження всіх видів відходів до їх надходження в навколишнє середовище. Саме така трансформація виробництва отримала назву екологічної конверсії.

Для агросфери конверсія має виключно важливе значення, оскільки саме в агросфері щорічно виробляється велика кількість органіки. Прагнення ж до збалансованого природокористування в агросфері спонукає включити до екологічної конверсії і ті напрями сільськогосподарського виробництва, які наближають агросферу до відтворення біосферних механізмів. Зокрема, це біологічне, біодинамічне, органічне сільське господарство і тваринництво. Але саме біологічне походження головних «результатів» господарювання в агросфері передбачає розгалуження загального напряму конверсії на конверсію біологічну й екологічну.

Біологічна конверсія (біоконверсія) – перетворення компонентів рослинної маси на різні корисні речовини і продукти за допомогою мікроорганізмів. Для біоконверсії рослинної маси, в основному вуглеводів, застосовуються різні бактерії, дріжджі, мікроскопічні та вищі гриби. Її продуктами є: біогаз, білковий корм, кормові дріжджі, силос, органічні кислоти, хліб, квашена капуста, алкогольні напої, медичні препарати й ін.

Крім того, біоконверсія може забезпечити надходження альтернативних, екологічно безпечних, поновлюваних джерел енергії і розвиток енергозбережних технологій. Зокрема, вже сьогодні в енергетиці успішно використовують досягнення біотехнології, застосовуючи нові джерела біоенергії, отримані на основі біоконверсії біомаси в біогаз. А для України в сучасних умовах загострення енергетичних проблем сільське господарство як джерело біоенергії може стати відчутною альтернативою нафті і природному газу.

Розвиток екологічної конверсії в сільському господарстві багато в чому визначає створена в 1945 році при ООН продовольча сільськогосподарська організація – ФАО. Останніми роками гострій критиці піддавалися її стратегічні пріоритети, спрямовані на розвиток монокультури, повсюдне впровадження єдиних сортів, ігнорування методів рослинництва і тваринництва, століттями вироблених місцевим селянством, тісний зв'язок з хімічною індустрією і політика заохочувального розповсюдження пестицидів і синтетичних добрив. Саме ці пріоритети привели агроекосистеми світу до кризової ситуації. Ілюзорним виявився і прогрес, який був досягнутий за рахунок інтенсифікації галузі. За останні десятиріччя виробництво сільськогосподарської продукції збільшилося на 25 %, але ринкові ціни на неї виросли на 100 %. Реальні ж доходи фермерів виросли всього на 15 %.

Усвідомлення цієї сумної тенденції в країнах Європи і в США відбулося ще з початку 1990-х років, коли було ухвалено рішення не засівати понад 4 млн га земель. Їх було рекомендовано використовувати для вирощування «енергетичних» культур із подальшою переробкою на біопаливо. В США затверджена подібна програма консервації 18,2 млн га сільськогосподарських земель, на яких навіть не дозволяється заготовлювати сіно. Це можна робити тільки в окремі роки, в терміни, коли повністю завершується гніздування птахів, і кожного разу за особливим дозволом департаменту землеробства США. Крім того, за терасовані береги річок і озер та за відмову від висушування земель виплачується компенсація. А фермери, які відмовляються від отримання компенсації і не здійснюють цих заходів, втрачають можливість користуватися пільговими кредитами і пільговою оплатою під час продажу продукції.

В області обробітку ґрунту екологічна конверсія, перш за все, стосується оранки. Екологізація сільського господарства привернула увагу ще в 80-х роках минулого століття. Чіткий курс на екологічну конверсію сільського господарства прийняли країни Європейського Союзу. Система передбачала відмову від полицевої оранки і заміну плуга плоскорізами й іншими знаряддями. На полях зменшилася ерозія, почало зменшуватися внесення гербіцидів, стійко падає вміст нітратів у продукції. Але така система на 20–25 % знижує продуктивність рослинництва, саме тому в розвинутих країнах Європи і в США більшість галузей сільського господарства дотується урядом.

Для України значну перспективу має система землеробства, в якій до 40–50 % ріллі зайнято багаторічними травами. При цьому вносяться лише високоякісні органічні добрива і сидерати, витримується оптимальне поголів'я худоби і ретельно контролюється баланс поживних речовин у ґрунті.

Проблеми екологічної конверсії в тваринництві значно складніші, ніж у рослинництві. Однією з центральних є проблема становлення рівноваги між рослинницькою і тваринницькою галузями господарства. Для повної переробки залишків рослин по нормах на 1 га орних земель повинно припадати в середньому або 2–3 корови, або 5 телиць, або 25 свиней, або 2500 курей. Але на сьогодні в сільському господарстві України це співвідношення значно порушене. Важливим елементом екологізації тваринництва є знешкодження твердих і рідких відходів і зменшення газоподібних викидів. Найбільш екологічно безпечною і економічно вигідною є переробка тваринницьких відходів в біогаз.

Таким чином, головне в екологічній конверсії – це перехід від інтенсивного сільського господарства до стійкого, екологічно толерантного у всьому різноманітті його форм. Саме стійке, екологічно ощадливе сільське господарство спрямоване на збереження бази сільськогосподарського виробництва для майбутніх поколінь людей. У ньому закладений соціальний, гуманітарний і культурний сенс. Це той тип виробництва, що відповідає рівню загальної цивілізованості людини.

3.4.1. Природничо-наукові основи екологічної конверсії

Коло питань, до вирішення яких залучають біотехнологічні методи і досягнення, достатньо широкий. Підвищення цін на традиційні джерела енергії (природний газ, нафта, вугілля) і загроза їх вичерпання спонукали учених звернутися до альтернативних шляхів отримання енергії. Роль біотехнології в створенні економічних, поновлюваних енергетичних джерел (спиртів, біогенних вуглеводнів, водню) надзвичайно велика. Ці екологічно безпечні види палива можна отримувати шляхом біоконверсії відходів промислового та сільськогосподарського виробництва. Перспек-

тивним є продовження досліджень з удосконалення і впровадження процесів виробництва метану, етанолу, створення на основі мікроорганізмів (і ферментів) елементів, що ефективно проводять електрику, а також з організації штучного фотосинтезу, зокрема біофотолізу води, при якому можна отримувати багаті енергією водень і кисень.

Як одне з основних джерел енергії майбутнього розглядають конверсію енергії Сонця. Завдяки прямому використанню різних форм сонячної енергії (теплової, фотоелектричної, енергії вітру і біомаси, що утворюється в результаті фотосинтезу) можна уникнути теплового забруднення, твердих і газоподібних викидів в біосферу, зберегти тепловий і углекислотний баланс в атмосфері та істотно зменшити споживання викопних палив. Останнім часом серйозна увага приділяється біологічним методам конверсії сонячної енергії, серед яких фотосинтез посідає провідне місце.

У процесі фотосинтезу щорічно конвертується 3×10^{24} Дж сонячної радіації. Це дозволяє тільки в континентальних лісах накопичувати до 70 млрд т біомаси, що за своїм енерговмістом втричі перевищує сучасне споживання енергії в світі. Використання біомаси як джерела палива відкриває певні перспективи вирішення проблеми енергетики й охорони навколишнього середовища. Найбільш реальними є два основні методи отримання палива з біомаси: біологічна конверсія і термохімічна конверсія.

Біологічна конверсія включає анаеробні мікробіологічні процеси: отримання метану (біогазу), молекулярного водню, етилового спирту, бутанолу, ацетону й інших розчинників, а також органічних кислот. Дещо відрізняється метод отримання теплової енергії при аеробній мікробіологічній деструкції твердої біомаси.

У біосфері основну частину відтворюваної біомаси становить деревина (лігноцелюлоза), яка через особливості своєї будови важко піддається біологічній конверсії. Тому найближчим часом основною сировиною для виробництва палив методом біоконверсії слугуватимуть легко трансформовані органічні сполуки – відходи, що утворилися в результаті промислових і інших переробок первинної біомаси. У розвинених країнах в рік на одну людину припадає до 5 т органічних відходів по сухій речовині. Деякі з них являють серйозну екологічну небезпеку і вимагають негайного знезараження, утилізації та знищення. Зі зростанням виробництва й урбанізацією відбувається концентрація цих відходів, що вимагає, з одного боку, застосування невідкладних заходів з метою їх знешкодження, з іншого – дозволяє застосувати прогресивні технології переробки з можливим вторинним отриманням палива. Очикувана висока ефективність таких технологій визначена, по-перше, фізичними характеристиками отримуваних палив, по-друге, відносною простотою і низькою вартістю техно-

логій, конкурентоздатних з технологіями отримання звичайних палив і, по-третє, особливостями процесів, що дозволяють ефективно знешкоджувати й утилізувати відходи.

Поставлені завдання найближчим часом можуть бути вирішені з використанням двох методів біологічної конверсії органічних відходів у паливо:

- перший заснований на метановому бродінні з отриманням біогазу;
- другий – це спиртне бродіння з отриманням етанолу.

Біогаз – це суміш з 65 % метану, 30 % CO_2, 1 % сірководня і незначних домішок азоту, кисню, водню і чадного газу. Енергія, зв'язана в 28 м^3 біогазу еквівалентна енергії: 16,8 м^3 природного газу; 20,8 л нафти; 18,4 л дизельного палива. В основі отримання біогазу лежить процес метанового бродіння, або біометаногенез – процес перетворення біомаси на енергію.

Шлам (рідкий або твердий), що утворюється в процесі метанового бродіння, є хорошим органо-мінеральным добривом. Він може також використовуватися для виробництва цінних біологічно активних сполук, вживаних в медицині та сільському господарстві.

Зараз для отримання біогазу активно використовуються відходи сільського господарства, зіпсовані продукти, стоки крохмалепереробних підприємств, рідкі відходи цукрових заводів, побутові відходи, стічні води міст і спиртових заводів. Процес ведеться при температурі 30–60 °С і Рн 6–8. Цей спосіб отримання біогазу широко застосовують в Індії, Китаї, Японії. В даний час для виробництва біогазу частіше використовують вторинні відходи (відходи тваринництва і стічні води міст), ніж первинні (відходи зернового господарства, рільництва, бавовництва, харчової, легкої, мікробіологічної, лісової та інших галузей). Ці відходи також володіють порівняно низькою реакційною здатністю, тому потребують попередньої обробки.

Фізичні особливості біогазу і відносна простота його отримання, можливість використання як сировини для його виробництва різноманітних відходів позитивно відбилися на створенні й розвитку біогазової промисловості у низці країн. В Україні метанове бродіння широко застосовується в системі біологічного очищення міських стічних вод на станціях аерації. У метантенках зброджують осаджені стічні води й активний мул, який утворюється в аеротенках. Дві станції, обслуговуючі місто з населенням 8 млн осіб, дають в рік 110 млн м^3 біогазу. Термофільне метанове бродіння відходів мікробіологічної промисловості використовують в нашій країні для виробництва біогазу і кормового препарату вітаміну В12. Два цехи, що переробляють рідкі стоки ацетоно-бутилової промисловості, виробляють на рік до 7 млн м^3 біогазу і до 1 т вітаміну В12.

Сучасний стан проблем і перспектив в області отримання біогазу свідчить про те, що анаеробна конверсія органічних відходів у метан – най-

більш конкурентоздатна область біоенергетики. Основна перевага біогазу полягає в тому, що він є поновлюваним джерелом енергії. Його виробництво триватиме так само довго, як і існування життя на Землі.

При вирішенні начальних проблем Україна широко використовує досвід інших країн. В Угорщині мезофільне метанове бродіння застосовується для промислового виробництва кристалічного препарату вітаміну В12 медичного призначення, а в США широко розвинене виробництво біогазу при переробці міського твердого сміття. Наприклад, у передмістях Нью-Йорка діє станція, що виробляє на рік 100 млн $м^3$ біогазу.

Другий метод біологічної конверсії органічних відходів в паливо – спиртне бродіння з отриманням етанолу. Можливість широкого використання, нижчих спиртів: метанолу, етанолу, бутанолу, бутандіолу, а також ацетону й інших розчинників – як моторного палива для двигунів внутрішнього згорання і дизельних двигунів знов викликала великий інтерес до отримання перерахованих сполук біоконверсією з рослинної біомаси.

Суміш етилового або метилового спиртів із бензином відповідно 10:90 або 20:80 під комерційною назвою «газохол» вже широко застосовується у деяких країнах для автомобільного транспорту. Враховуючи наведене вище, постає конкретне завдання з розробки конкурентоздатної промислової технології виробництва етанолу для технічних цілей методами біоконверсії. Метиловий спирт передбачається виробляти з біомаси методом термохімічної конверсії. Бутанол і бутандіол – хороші замінники мазуту, їх також необхідно додавати як присадки до спиртобензинових сумішей для кращого змішування спиртів і вуглеводнів.

Мікробіологічне отримання етилового, бутилового спиртів і бутандіолу з вуглеводів досить добре вивчено і має багаторічний промисловий досвід. Як сировина для їх виробництва використовуються меляса (відходи цукрового виробництва), зерновий, картопляний, кукурудзяний крохмаль, який заздалегідь оцукрюється.

Етиловий спирт утворюють також у великій кількості бактерії, наприклад з роду *Zymomonas (Z. mobilis, Z. anaerobica), Sarcina ventriculi* і *Erwinia amylovora.* Серед продуцентів етанолу є і клостридії, до їх числа належать *Clostridium thermocellum* і *Cl. thermohydrosulphuricum.* Останнім часом ці мікроорганізми інтенсивно вивчають, оскільки деякі з них здатні використовувати як зброджуваний субстрат не тільки крохмаль, але такий нехарчовий і дешевий продукт, як целюлоза. Бутиловий спирт і ацетон в промисловості також отримують за допомогою клостридій.

Використання етанолу і бутанолу як моторних палив вимагає їх промислового виробництва в об'ємі десятків мільйонів тонн. У деяких країнах (наприклад, в Бразилії) для виробництва технічного етанолу використовують відходи цукрової тростини багасу, в інших країнах – маніок, батат, солодке сорго, топінамбур (земляна груша). Вказані культури є представ-

никами південних рослин. Для країн із помірним кліматом і великими лісовими масивами, що володіють дешевою сировиною, для великотоннажного виробництва спиртів служить деревина.

Деревина може використовуватися як сировина за умови руйнування структурних зв'язків лігніну з целюлозою і гідролізом останньою до гексоз, тобто потрібна певна хімічна або біохімічна попередня обробка. Це стримує широке використання деревини для отримання спиртів, хоча у низці країн впродовж багатьох років існує промислове виробництво етилового спирту шляхом бродіння гідролізату деревини. Такий спосіб заснований на кислотному або лужному гідролізі деревини до гексоз, які далі зброджуються дріжджами до етанолу. Але така технологія достатньо енергоємна і вимагає використання корозійностійкого устаткування (основна перешкода її широкого використання в практиці).

Для можливого застосування деревини з метою отримання біопродуктів у даний час інтенсивно розробляються різні технології деструкції лігноцелюлоз: механічні (розмелювання), фізичні (гамма-опромінювання), физико-хімічні (паровий вибух, або парокрекинг), хімічні (гідроліз), біологічні (ферментативний гідроліз) і різні комбінації перерахованих методів. До найбільш перспективних відносять поєднання «парокрекингу» з ферментативним гідролізом – це попередня обробка лігноцелюлоз або геміцеллюлоз паром при високій температурі і високому тиску, при якому відбувається вибух кристалічних структур вказаних субстратів і відділення лігніну від целюлози з подальшим гідролізом клітковини целлюлозолітичними ферментами.

До рослинних матеріалів, що використовуються для гідролітичного отримання цукру з подальшою їх біоконверсією в спирти, відносять різні види відходів лесопиління і деревообробки, сільськогосподарського виробництва (солома; бавовник; кукурудзяна кочерижка; соняшникове лушпиння; костриці льону; конопель; кенафу; очерет; малорозкладений торф тощо).

З однієї тонни деревини можна отримати до 170–180 л етанолу і 40 кг біомаси дріжджів, з тонни картоплі – 100 л етанолу, з тонни зерна жита – до 270 л етилового спирту. Отже, одна тонна деревини при виробництві етанолу замінює близько 0,6 т зерна або 1,7 т картоплі.

Значні перспективи для використання целюлози як сировини для отримання різноманітних продуктів відкриває ферментативний гідроліз, який здійснюється комплексами целюлаз і геміцеллюлаз, що продукуються деякими грибами і бактеріями. Гідроліз протікає при 40–60 °С і Рн 4,0–7,0 і не вимагає великих енерговитрат і корозійностійкого устаткування.

Дещо відрізняється від вищеописаних методів анаеробної біоконверсії біомаси в паливо ще один мікробіологічний процес отримання енергії – аеробне окислення твердої біомаси (відходів) з виділенням великих кількостей тепла. Тверда органічна сировина занурюється в шахту, знизу по-

дається повітря. В результаті окислювальних процесів, здійснюваних мікроорганізмами, відбувається інтенсивне виділення теплової енергії і газу, що нагріваються до 80 °С. За допомогою компресії температуру газів можна збільшити до 100–110 °С і отримувану енергію акумулювати у вигляді гарячої води або пари. Коефіцієнт корисної дії установок з урахуванням витрат електроенергії на експлуатацію повітродувок становить 95 %. Такі установки промислового типу працюють в Японії. Шлам, що утворюється, використовується як високоефективне органо-мінеральне добриво.

Таким чином, біомаса при її раціональному використанні може стати ефективним джерелом відновлення енергетичних ресурсів з використанням мікробіологічних процесів. Проте внесок біомаси в загальну енергетику більшості розвинених країн не перевищує сьогодні 10 %, в окремих країнах він може скласти 25–30 %, але не більше, оскільки інакше вона перестає бути поновлюваним джерелом. Перспективнішим способом використання сонячної енергії є її пряма конверсія в молекулярний водень при фотолізі води.

Перспективи використання лігноцелюлози для отримання етанолу й інших спиртів, а також інших органічних сполук відкривають широкі можливості не тільки для виробництва моторних палив, але і для створення надійної сировинної бази для промислового органохімічного синтезу, наприклад для отримання штучного каучуку за методом Лєбедєва.

Лігнін – в даний час є одним з найстійкіших до хімічного і мікробіологічного розкладання біополімером. Проте більшість ґрунтових мікроорганізмів здатна змінювати структуру даної поліфенольної сполуки. Вони синтезують мультиферментний комплекс лігнолітичної дії, який бере участь у процесі деструкції субстрату.

При розробці екологічно чистих біотехнологічних процесів обробки, біоконверсії та утилізації лігновмісних матеріалів, ученими були досліджені механізми дії мікроорганізмів на лігнін і ролі їх ферментів при його деградації. У результаті таких досліджень була оцінена роль мікроорганізмів у процесі делігніфікації і встановлена кореляція між ефективністю деградації лігніну, біосинтезом гумінових кислот і особливостями механізму їх утворення.

Біотехнологічні способи отримання біопрепаратів, що містять гумнові кислоти, засновані на життєдіяльності мікроорганізмів і є найбільш перспективними порівняно з хімічними. Вони можуть забезпечити екологічно безпечні процеси делігніфікації та низьку собівартість отриманих продуктів. Серед великої кількості біопрепаратів, представлених на ринку, особливий інтерес становлять препарати гумінової природи. Однією з найбільш важливих властивостей гумінових кислот є їх фізіологічна активність. Зокрема, в них виявлені антіоксидантні, антимутагенні й адаптогенні властивості.

У регуляції інтенсивності процесів зростання рослин визначальну роль відіграє гормональна система, а гумінові кислоти активно впливають на гормональний статус паростків завдяки активній ростостимулюючій здатності. Зокрема, відбувається стійке накопичення гормонів цитокінінової природи в оброблених гуміновимі речовинами рослинах порівняно з контролем. При цьому спостерігається підвищений вміст цитокинінів в оброблених гуміновими кислотами рослинах, а також наявність цих гормонів в самому препараті. Особливе місце в спектрі дії цитокинінів належить їх здатності підвищувати стрес-стійкість рослин.

Досить перспективними є біотехнологічні способи отримання гумінових речовин із заданими властивостями шляхом їх біосинтезу мікроорганізмами в коротші терміни. В даний час вивчаються метаболічні можливості Bacillus для біодеградації промислових відходів (фенолів) і пестицидів, а також для виробництва полісахаридів і меланінів. Вивчення бацил, виявлення нових продуктів, які можна отримувати з їх допомогою, все більше розширює сферу застосування цих мікроорганізмів. В цілому, цей рід дуже перспективний для промислових цілей, оскільки бацили – це в основному непатогенні, швидко зростаючі на недорогих середовищах мікроорганізми.

Застосування монокультури у виробництві гумінових речовин дозволяє отримувати гумінові препарати з певними властивостями. Можливість мікробіологічного синтезу гумінових кислот дозволить вирішити проблему утилізації відходів різних галузей промисловості: деревообробної, гідролізної та інших. Використання мікроорганізмів-продуцентів гумінових речовин дозволить також скоротити витрати вугілля і торфу як сировини у виробництві добрив.

3.4.2. Головні передумови впровадження екологічної конверсії

Отже, екологічна конверсія – це перехід на маловідходні технології, бережливе використання невідновлюваних ресурсів, економія енергії, відновлення природних ландшафтів, повне «перетворення» всіх видів відходів до їхнього надходження до навколишнього середовища. У більш широкому розумінні екологічна конверсія пов’язана з усебічною екологізацією відносин людини і природи (Писаренко, 2003). Основними цілями конверсії сільського господарства є:

- виробництво в достатніх кількостях продуктів харчування з високою харчовою цінністю;

- діяльність у гармонії з природної екосистемою, замість спроби підкорити її;

- стимулювання і зміцнення біологічних циклів у системі землеробства, що включає мікроорганізми, ґрунтову флору і фауну, рослини і тварин;

- збереження і стимулювання довгострокової ґрунтової родючості;

- якомога більш широке застосування поновлюваних ресурсів у місцевих системах землеробства;

- створення замкнутої системи для органічної субстанції і поживних речовин;

- розведення худоби в умовах, що дозволяють тваринам жити відповідно до їх природного поводження;

- запобігання забрудненню середовища в результаті сільськогосподарської діяльності;

- збереження генетичної розмаїтості в агроекосистемі і її оточенні, включаючи охорону навколишнього середовища існування диких тварин і рослин.

Виходячи з наведених головних цілей екологічної конверсії сільського господарства, головною її метою була і залишатиметься оптимізація екологічних відносин в агроекосистемах, яка приведе всі їх у відповідну гармонію.

Дискусія про екологічні, енергетичні та соціально-економічні суперечності односторонньої, переважно хіміко-техногенної інтенсифікації сільського господарства своїм корінням йде до кінця XIX – початку XX сторіччя. Аналіз численних суперечностей в сучасному сільському господарстві і, насамперед, дані агроенергетики свідчать про те, що при хіміко-техногенній системі ведення сільського господарства, велика частина енергії для виробництва сільськогосподарської продукції береться не від Сонця, а з викопного палива (Г. Одум, Є. Одум, 1978). Саме у техногенно-інтенсивних агроекосистемах ефективність використання кожної одиниці невідновної енергії експоненціально знижується, тоді як залежність величини і якості урожаю від її застосування росте. Так, якщо в умовах екстенсивного рослинництва на кожну калорію викопної енергії отримували 20–50 харчових калорій, то при сучасних технологіях – лише 2–4 калорії (Холл, 1979). Сьогодні в індустріально розвинених країнах на виробництво 1 харчової калорії з урахуванням витрат на зберігання, транспортування, переробку і реалізацію витрачають 10–15 калорій невідновної енергії (Pimentel, 1981). Реалізувати високу потенційну врожайність нових сортів і гібридів вдається лише на 20–30 % використовуючи при цьому високі дози добрив і пестицидів. На основі порівняльного аналізу семи типів агроекосистем (Bayliss-Smith, 1982) дослідники дійшли висновку, що загальна ефективність використання антропогенної енергії знижується у міру збільшення залежності системи від викопного палива.

Вважається, що хіміко-техногенна інтенсифікація рослинництва була розпочата з будівництвом заводів з виробництва суперфосфату і калію (1858–1861 рр.), а також застосуванням бордоської рідини та сірки (1850–1882 рр.) для захисту виноградної лози (Diercks, 1983). Надалі саме завдяки широкому використанню засобів механізації, високих доз мінеральних добрив і широкого асортименту пестицидів, нових сортів і гетерозисних гібридів, розширенню площі зрошуваних земель вдалося значно підвищити врожайність більшості сільськогосподарських культур, в десятки і сотні разів знизити витрати ручної праці на виробництво одиниці продукції.

Так, до кінця XX сторіччя середня врожайність зернових і зернобобових культур склала 2,8 т/га, зокрема в країнах ЄС – 4,2 т/га, Північної Америки – 4,6 т/га, Азії – 3,0 т/га, Південної Америки – 2,5 т/га, Африки – 1,2 т/га. Причому середня врожайність рису, пшениці, сої і кукурудзи впродовж XX століття зросла в 2,3–2,9 рази, що рівнозначно цьому ж показнику за весь багатовіковий період вирощування вказаних культур. Вважається, що найбільший внесок (в середньому близько 70 %) до приросту врожаю внесли нові сорти і мінеральні добрива. Особливо ефективним виявилося використання гетерозисних гібридів кукурудзи, що забезпечило повсюдне зростання врожайності на 15–30 %. Частку добрива зазвичай оцінюють в 30–50 % приросту врожайності, а завдяки застосуванню пестицидів вдається майже на 40 % скоротити втрати сільськогосподарської продукції.

Проте навіть при максимальних рівнях техногенної інтенсифікації залежність величини і якості врожаю від погодних флуктуацій залишається високою. В цілому, інтенсивна хімізація сільського господарства зумовила накопичення в навколишньому середовищі поллютантов, що характеризуються великою стійкістю до розкладання і високим рівнем токсичності. Найбільшу небезпеку з них являють пестициди, а також важкі метали, які за силою індукованого ними ефекту відносяться до мутагенних чинників.

Техногенна інтенсифікація і вузька спеціалізація господарств супроводжуються руйнуванням природних елементів ландшафту, зниженням різноманітності природних біотопів, зникненням багатьох видів рослин і тварин. Широке застосування пестицидів порушує екологічну рівновагу в агроекосистемах і в більшості випадків приводить до появи агресивніших і вірулентних рас патогенів, а також посилення шкідливості окремих видів комах і бур'янів. За умови застосування існуючих технологіях втрачається близько 50–60 % азотних, 70–80 % фосфорних і понад 50 % калійних добрив, а також до 60–90 % поливної води.

Темпи і масштаби водної та вітрової ерозії в умовах техногенно-інтенсивного землеробства в більшості країн досягли катастрофічного рівня, що різко знижує не тільки ефективність використання більшості техногенних чинників (добрив, пестицидів, меліорантів, зрошування), але і запаси доступної вологи (зростає вірогідність посух), рівень біогенності ґрунту, темпи мікробіологічної детоксикації ксенобіотиків і так далі.

У США змиття ґрунту на оброблюваних землях в даний час досягає 22,5–32,5 т/га на рік. В Харківській області тільки за 60 років чорноземи втратили з кожного гектара близько 100 т гумусу і 5,5 т азоту. При цьому еродовані чорноземи за вмістом гумусу виявляються зіставними зі світло-каштановими і навіть бурими пустельностеповими ґрунтами. Через водну, вітрову і техногенну ерозію збільшується різноманітність полів за родючістю ґрунту, різко погіршуються його водно-фізичні властивості, значно зростає залежність величини і якості врожаю від «капризів» погоди. Все це є однією з причин того, що врожайність зернових культур варіює в світі по роках на 25 % і більше.

В результаті «знівельованості» техногенно-інтенсивних систем землеробства в багатьох країнах втрачені способи землеробської праці, напрацьовані й адаптовані впродовж століть для конкретних ґрунтово-кліматичних і погодних умов. Аборигенні системи землеробства і тваринництва, так само як і багато ремесел, промислів, сімейних традицій не тільки складали найбільш важливу і стародавню частину національних культур, але і відрізнялися високою адаптивністю до місцевих (нерідко вкрай несприятливих) ґрунтово-кліматичних і погодних умов.

Таким чином, найбільше поширена в даний час переважно хіміко-техногенна інтенсифікація сільського господарства знаходиться в очевидній суперечності з основними еволюційними законами, а також концепцією гармонійного розвитку біосфери і людського суспільства. Із позицій же сталого, екологічно збалансованого розвитку стратегія людської діяльності має орієнтуватися на максимізацію збереження природних ресурсів та мінімізацію втручань у біосферу. У наш час, коли економічно зумовлені потреби наближаються до крайніх меж виснаження природних екосистем, недоцільно вкладати інвестиції, покладаючись тільки на економічні показники. Сьогодні визнано, що у найближчому майбутньому конкурентоспроможність буде найвищою у тій державі, яка володітиме достатньою готовністю для переходу до екотолерантної самоорганізації людини, суспільства і навколишнього світу загалом.

Особливо актуальною стає ця проблема у найчутливішій до взаємовпливу економічних та екологічних чинників сфері – агропромисловому виробництві, де природне середовище відіграє вирішальну роль і виступає основ-

ним чинником високої екологічної якості продукції. У зв'язку з цим сьогодні актуалізуються дослідження у сфері органічного сільського господарства.

Власне, біологізація землеробства стала результатом усвідомлення цих помилок і ґрунтується на розумінні толерантного поводження людини по відношенню до природних механізмів довкілля. Відповідно до принципів біологічного землеробства, землекористувач має не «боротися» із природою, а лише спрямовувати усі свої дії у бік біосферних механізмів ґрунтотворення. Можливо, саме тому в давнину, коли відмічався високий рівень адаптованості сільського господарства до природних екосистем, професія землероба вважалася найповажнішою і найбільш каліфікованою.

Біологізаця сільського господарства отримала сьогодні найбільше втілення в органічному (натуральному) виробництві, у якому нормою стає використання матеріалів, які поліпшують екологічну рівновагу природних систем. У зв'язку з цим важливим буде усвідомлення відмінностей і схожості передусім між термінами «органічне землеробство» та «органічне рослинництво». Найголовніша подібність цих двох сучасних технологій полягає у їхній спільній меті – повернення до природних механізмів ґрунтотворення, а отже, перехід до бездефіцитного балансу гумусу в агроекосистемах.

Що стосується відмінностей, то вони не є докорінними, а їхній внутрішній зміст доповнює одне одного. На нашу думку, перший термін – «органічне землеробство» є, швидше за все, не здійсненним станом, а складним довготривалим процесом переходу від традиційних методів механічного втручання у життєдіяльність ґрунту (як живої речовини) до новітнього усвідомлення істинної ролі людини у процесі ґрунтотворення (максимального невтручання у природні механізми). За цим головним змістовним навантаженням напрями органічного землеробства поступово еволюціонують від напрацювань І. Є. Овсинського, О. М. Енгельгардта, Е. Фолкнера щодо мінімального обробітку ґрунту і прямої сівби (Аллен, 1985), робіт Т. С. Мальцева, Ф. К. Шикули до сучасної технології no-till.

Органічне рослинництво – це фінальний етап складної еволюції механічного обробітку ґрунту, в кінці якої – повна відмова як від застосування агрохімікатів, так і від механічного втручання в життєдіяльність ґрунту. Саме тому, з точки зору підтримки гомеостазу, в агроекосистемах органічне рослинництво буде відігравати все більшу і більшу роль у гармонізації відносин природи і суспільства у агросфері. Отже, органічне землеробство й органічне рослинництво доцільно розглядати не як синоніми чи антоніми, а як еволюціно взаємопов'язані напрямки сучасного екологічно-толерантного господарювання на землі, які доповнюють одне одного.

Насправді, сучасна наука не позбавлена термінологічної і понятєвої казуїстики, саме тому є багато протирічних визначень. Зокрема, більшість популярних сучасних джерел (зокрема, *Wikipedia*) при тлумаченні різних

системи землеробства зовсім не згадують про органічне (біологічне, екологічне), а наводять наступні системи землеробства:

• Адаптивно-ландшафтна система – являє собою складний комплекс екологічно безпечних технологій виробництва рослинницької продукції і відтворення родючості ґрунту, що забезпечують агрономічну та економічну ефективність використання агроландшафтів.

• Зернопарова система – система землеробства, при якій переважаючу площу ріллі займають зернові культури, значна площа відведена під чисті пари і родючість підтримується і підвищується обробітком ґрунту та застосуванням добрив.

• Просапна система – система землеробства, при якій більшу частину ріллі займають посіви просапних культур, а родючість ґрунту підтримується і підвищується за рахунок інтенсивного застосування добрив.

• Травопільна система – система землеробства, при якій частина ріллі в польових і кормових сівозмінах використовується під багаторічні трави, які є кормовою базою і головним засобом підтримки і підвищення родючості ґрунтів.

• Плодозмінна система – система землеробства, при якій не більше половини площі ріллі займають посіви зернових, а на решті вирощуються просапні та бобові культури.

• Ґрунтозахисна система – система землеробства, заснована на зернопарових сівозмінах зі смуговим розміщенням сільскогосподарських культур і пару, плоскорізному обробітку ґрунту, внесенні добрив і заходах щодо накопичення вологи.

В їхніх межах виділяються такі системи обробітку, як полицевий, безполицевий, мінімальний, спеціальний, гравітаційний, нульовий.

Таким чином, можна вважати, що органічне землеробство, так само як і органічне рослинництво, є частиною органічного сільского господарства. При цьому тваринництво як галузь сільського господарства не лише не протирічить визначенню, а й доповнює зміст терміна «органічний», усіляко «допомагаючи» рослинництву через використання органічних відходів (гною), генетичну підтримку (запилення рослин бджолами), високоякісні органічні добрива (вермикультура).

Довготривала інтенсифікація землеробства в Україні призвела до надмірної деградації агроекологічного потенціалу, потужність якого вважалась неперевершеною. Фактично, екстенсивний розвиток землеробства в Україні призвів до надмірної розораності сільськогосподарських угідь. Ця обставина сформувала екологічно несприятливе співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, ділянок лісу та акваторій водоймищ, і як результат – несталі та вразливі агроландшафти.

Сьогодні ландшафтно-екологічний принцип ведення землеробства потребує нових уявлень про його інтенсифікацію. Власне, ми із запізненням повертаємось до теоретичних положень ландшафтознавства, які свого часу сформулював один із найвидатніпших його засновників – В. В. Докучаєв. Ландшафтно-екологічна концепція вченого ґрунтується на положенні про те, що територіальна диференціація землеробства має бути чітко обумовлена «типом місцевої природи», чим підкреслюється необхідність не тільки підкоряти природу, а й свідомо пристосовуватись до неї, враховувати закони її будови і функціонування.

Ландшафти як природні комплекси характеризуються рівновагою, що підлягає саморегуляції на основі мобілізації внутрішніх механізмів системи. В агроландшафті треба створювати стійку, але вже керовану систему, яка б могла нівелювати негативні явища. На еколого-технологічному рівні це положення асимілюється феноменологічними моделями «зеленої революції) » та «зеленої еволюції» (табл. 3.2.5.1.).

Співзвучними як за змістом, так і за формами з біологічним сільським господарством є так звана адаптивна стратегія формування стійких агроекосистем. Адаптація – це сукупність пристосувань, реакцій живої системи (організму, популяції, виду, біоценозу), спрямованих на підтримання функціональної стабільності за зміни умов зовнішнього середовища, а також сумісного співіснування компонентів в екосистемах певного виду. Адаптивна здатність агроекосистеми визначається саме її пристосованістю до змін умов середовища. Розширює і доповнює принцип адаптації положення про екологічну надійність агроекосистеми, під якою розуміють її здатність виконувати енергопродукційну роботу упродовж усього еволюційного і техногенно обумовленого періоду її існування[131].

Адаптивний комплекс конкретної агроекосистеми ґрунтується на адаптивно-ландшафтній системі землеробства, обов'язковими складовими якої є адаптивне рослинництво, зокрема адаптивна культура. Адаптивне рослинництво – це новий перспективний етап розвитку рослинництва, в якому використано адаптивний потенціал усіх біологічних компонентів агроекосистем для забезпечення високого рівня утилізації сонячної енергії та інших відновлюваних ресурсів природного середовища в інтересах людини (Жученко, 1990). Саме сучасна екологічна ситуація в низці країн спричинила започаткування руху за альтернативне землеробство, синонімом якого є екологічне землеробство. Проте ці назви певною мірою умовні.

Таблиця 3.2.5.1

[131] Рівень екологічної надійності агроекосистеми може бути оцінений за допомогою авторської методики розрахунку екологічної небезпеки систем землеробства.

Порівняння феноменологічних моделей агроекосистем «зеленої революції» та «зеленої еволюції» (за Б. М. Міркіним, Р. М. Хадівхметовим)

Характеристика	Модель	
	«Зеленої революції»	«Зеленої еволюції»
Використання енергії: - з традиційних (вичерпних) джерел за межами агроекосистеми; - з нетрадиційних (невичерпних) джерел на території агроекосистеми	Високе Низьке	Помірне Помірне
Спеціалізація господарств	Тваринництво або рослинництво	Комплексна
Структура землевикористання	Залучені всі землі, придатні до обробітку, в тім числі частина маргінальних	Частина орнопридатних ґрунтів зайнята лісом та багаторічними трав'янис тими угрупованнями
Загальна кількість біологічних різновидів	Низька	Помірна і висока
Напрям селекції	Підвищення продук-тивного потенціалу, одновидові посіви	Підвищення адоптивного потенціалу, набір різних культур
Контроль чисельності шкідників, хвороб, бур'янів	Хімічний	Біологічнйй, агротехнічний
Використання мінеральних добрив	Великі дози	Невеликі дозиі
Вплив біологічної азотфіксації	Незначний	Значний
Сидерація	Не використовується	Використовується
Механічний вплив на ґрунт (оранка, ущільнення та ін.)	Сильний	Помірний
Структура поголів'я тварин	Один, рідше два види (або породи) сільськогосподарських тварин	Декілька видів (або порід) сільськогосподарських тварин
Забезпечення кормами	Переважно за рахунок ріллі	Переважно за рахунок природних кормових угідь

Принципи точного землеробства, розглянутого вище, надають нового змісту застосуванню інтенсивних технологій без погіршення якості довкілля за рахунок реалізації адаптивного потенціалу виду, сорту, агробіоценозу, тобто їх біологічної здатності пристосовуватись до умов навколишнього середовища. Зокрема, щоб повною мірою реалізувати адаптивний потенціал рослин, треба повністю використати їхні біологічні можливості не тільки для підвищення потенційної продуктивності за сприятливих умов середовища, а й для збільшення екологічної стійкості (протистояння суховіям, посухам, морозам, низьким температурам). За

таких умов обов'язково зростатиме потенційна продуктивність сорту, агробіоценозу, що розглядається як вирішальний чинник збільшення врожайності. При цьому затрати невідновлюваної (викопної) енергії на меліорацію середовища будуть мінімальними.

Сьогодні набуває практичного змісту відновлювальна система землеробства – сучасна система, що ґрунтується на впровадженні альтернативних ресурсозберігаючих технологій. У продукційному процесі зростає частка біологічних компонентів і саморегуляційних механізмів агроекосисистем. Прототипом відновлювальної системи землеробства можна вважати травопільну, засновником якої ще на початку XX століття був відомий учений В. Р. Вільямс.

Зазначені вище методологічні підходи до екологічно-толерантного ведення сільського господарства можуть скласти теоретичну основу екологічної конверсії агросфери.

3.4.3. Органічне рослинництво

Органічне рослинництво є частиною органічного сільського господарства. В свою чергу, воно, як і екологічне чи біологічне, – форма ведення сільського господарства, в межах якої відбувається свідома мінімізація використання синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів зростання рослин, кормових домішок, генетично модифікованих організмів. Натомість для збільшення врожайності, забезпечення культурних рослин елементами мінерального живлення, боротьби зі шкідниками і бур'янами активніше застосовується ефект сівозмін, органічних добрив (гній, компости, пожнивні залишки, сидерати й ін.), різних методів обробітку ґрунту і т. п.

При органічному рослинництві підтримка ґрунтової родючості і повернення в ґрунт винесених з урожаєм елементів живлення досягається здебільшого завдяки використанню органічних добрив. При цьому увага приділяється створенню умов для функціонування ґрунтової біоти, особливо мікроорганізмів, що руйнують органічні сполуки, вивільняючі елементи живлення рослин. Як добрива можуть використовуватися такі речовини, як кісткова і кров'яна мука, різні мінерали (фосфати, карбонати).

Для боротьби з бур'янами і шкідниками застосовуються біологічні методи: внесення природних ворогів і специфічних патогенів. Також застосовуються сівозміни, складені з урахуванням циклу розвитку шкідника, обробіток ґрунту, що призводить до знищення смітних рослин або глибокого закладення їхнього насіння. Швидкорозчинні мінеральні добрива і пестициди заборонені.

22-річний вегетаційний досвід Корнуельського університету, результати якого були опубліковані в 2005, показав, що органічні методи ви-

рощування зернових культур і сої обумовлюють таку ж врожайність, що і традиційні, проте вимагають менших витрат енергії для виробництва добрив і не призводять до накопичення гербіцидів у ґрунті. Аналогічний швейцарський досвід показав, проте, скорочення врожайності на 20 % порівняно з традиційними методами при 50 % скорочення енергетичних витрат на добрива і 97 % – на пестициди. Згідно з американським порівнянням врожайність при органічному рослинництві складає в середньому 95–100 % від традиційного.

Однак порівнювати органічні і традиційні господарства за ефективністю достатньо складно. Показник врожайності на одиницю площі не відображає того факту, що органічне рослинництво часто вимагає великих витрат праці і більшої кількості працівників, що відбивається на вартості кінцевої продукції.

Органічному напряму було покладено початок у Японії. Одним із його теоретиків був японський філософ *Мокіші Окада* (1882–1955), який вважав, що екологічна агротехніка повинна вирішувати такі завдання, як:

– пропозиція продуктів харчування, що не лише підтримують життєдіяльність, а й поліпшують здоров'я людей;

– економічна вигідність для виробника та споживача;

– стабілізація біологічної рівноваги у природі, екологічна безпечність;

– виробництво продуктів у кількості, достатній для задоволення потреб постійно зростаючого народонаселення;

– використання простих, стабільних та доступних методів і засобів ведення господарства.

Значний внесок у теорію обґрунтування органічного напрямку здійснив також *Масанобу Фукуока*, який у 50-х роках XX ст. повністю відмовився від будь-якого штучного обробітку землі. Свій метод він описав у праці «Революція однієї соломинки», де визначено чотири принципи натурального землеробства, серед яких – відмова від розпушування або перекидання ґрунту, від хімічних добрив чи виготовленого компосту, від прополювання шляхом оранки чи обробітку гербіцидами, а також від хімічних засобів захисту.

Основною метою органічного рослинництва вважається оптимізація показників здоров'я населення та продуктивності взаємозалежних природних систем – ґрунтового життя, рослин, тварин та людей. Водночас методи ведення органічного рільництва сприяють розвиткові у селянина (або фермера) почуття відповідальності щодо «живого організму ґрунту». На сьогодні це фактично єдиний крок, який можна зробити у напрямку оздоровлення світових сільськогосподарських відносин. Сучасне органічне виробництво не є поверненням до застарілих форм господарювання, а навпаки, являє собою його розвиток на якісно новому, науково обґрун-

тованому рівні, оскільки органічне сільське господарство позитивно впливає на природні біологічні ресурси, зберігаючи гармонійне співвідношення людської діяльності із навколишнім середовищем.

Представники теорії ековиробництва сьогодні підтримують такі способи ведення сільського господарства, якими користувалися наші предки до винаходу хімічних добрив і пестицидів (не говорячи про генну інженерію). Починаючи з кінця 80-х років, ідеї органічного виробництва віднаходять розуміння і підтримку на рівні правлячих кіл світових держав. У сучасній Європі ці технології набули популярності у таких країнах, як Німеччина, Велика Британія, Швейцарія, Данія та Нідерланди. Упродовж останніх років тільки у країнах ЄС кількість органічних господарств зросла більш як у 20 разів, а за подальшого розвитку екологічного сільського господарювання світовий ринок його продукції до 2020 р. може сягнути 200–250 млрд долларів.

Поширення цієї практики впроваджувалося досить повільними темпами, адже усвідомлений перехід на методи біологічного землеробства вимагає значно уважнішого та вдумливого, порівняно із традиційними для західного світу сільськогосподарськими практиками, ставлення до природи. Здебільшого органічне землеробство розглядається як система екологічно-толерантного сільськогосподарського виробництва, що базується на мінімальному використанні штучної сировини та матеріалів, а також агротехнічних прийомах, що сприяють відновленню, підтримці та поліпшенню екологічної гармонії.

Попри схожість загальної ґрунтозахисної спрямованості органічних технологій, існують деякі термінологічні відмінності, які стосуються визначення поняття органічного землеробства. Так, в англомовних країнах Європейського Союзу офіційно прийнятий термін «органічне землеробство» (Organic Farming), у Франції, Італії, Португалії та країнах Бенілюксу використовується термін «біологічне землеробство» (Bio1ogica1 Farming), а у Данії, Німеччині та іспаномовних країнах – «екологічне землеробство» (Eco1ogica1 Farming).

В Україні вживання вирощених за органічними технологіями продуктів та овочів також може стати важливим стимулом для оздоровлення не лише мешканців великих міст, а й сільського населення. Сьогодні, з огляду на міжнародний статус України як зони «екологічного лиха» (в Україні залишилося лише 6 % екологічно безпечної території, хоча ще в 2002 р. ця територія становила 15 % від загальної площі), безальтернативним шляхом виходу агросфери України із системної кризи стає перехід на засади сталого розвитку та вирощування екологічно безпечної продукції. Досвід вітчизняних господарств, що вирощують екологічно безпечну продукцію, засвідчив, що ґрунтозахисні технології, які вони

застосовують, порівняно з традиційними потребують втричі менше часу на обробіток ґрунту, в 2–3 рази менше пального, у 10 разів менше мінеральних добрив, а врожайність за мінімального обробітку ґрунтів можна підвищити в 1,5–2 рази.

Центральними в органічному виробництві є технології біологічного землеробства. Вони характеризуються як безпечні для навколишнього середовища і людей за рахунок повної відмови від використання хімічних пестицидів та мінеральних добрив, використання місцевих відновлюваних ресурсів, біологічних засобів захисту рослин тощо. Якщо у 1985 році у Європейському співтоваристві під біологічне землеробство було зайнято 100 000 гектарів, то за останні 15 років обсяг біологічного землеробства у Європі зріс у 30 разів. Згідно з останньою статистикою на сьогодні 18 мільйонів гектарів у світі обробляється за технологіями біологічного землеробства, а обсяги реалізації біопродуктів зросли з 10 мільярдів у 1997 році до 23 мільярдів у 2010. Світовий ринок органічної продукції у 2011 році сягнув межі у 30 мілрд дол. Річне ж зростання обсягу реалізації очікується на рівні 10–30 %.

Головне, що об'єднує сільгоспвиробників органічної продукції, – це органічна технологія з чітко визначеними елементами, якої має дотримуватись кожний зареєстрований виробник. Біологічна технологія принципово відрізняється від традиційної за такими показниками:

- сутністю виробничого процесу;
- характеристиками кінцевого продукту;
- мотиваціями та цілями фермерів.

Сутність виробничого процесу полягає в тому, що біологічне землеробство не забруднює землю і воду. Іншими головними принципами біологічного землеробства є:

- реалізація агровиробництва у замкненій системі агроценозів настільки, наскільки це можливо;
- підтримка родючості землі впродовж тривалого часу;
- виключення із процесу виробництва мінеральних та синтетичних добрив;
- виключення із процесу виробництва хімічних пестицидів і гормональних препаратів;
- забезпечення максимального комфорту та вільного пасовища для тварин;
- підтримка біологічного різноманіття.

Результати впровадження біологічного землеробства для показників самої землі також принципово відрізняються від ідентичних показників в інтенсивних системах агровиробництва. Дослідження, які постійно проводяться на землях, зайнятих під біологічне землеробство, показали, що

позитивні зміни відбуваються за всіма головними показниками. Зменшуються втрати азоту, значно збільшується кількість органічних сполук. Покращується та збільшується біологічне різноманіття ґрунтової біоти, що реалізується у її супресивності по відношенню до патогенних мікроорганізмів. Збільшується кількість дощових черв'яків, що покращує аерацію землі та протидіє її ущільненню. При 100 % біологічному землеробстві мікробна біомаса зростає на 77 %, щільність коллембол – на 37 %, а земляних черв'яків – на 154 %. Зменшуються процеси дефляції та ерозії. Підраховано також, що при впровадженні біологічного землеробства зменшується енергоємність виробництва. Для зернових різниця енергетичних втрат між інтенсивною та біологічною технологією може становити – 30–35 %. Для багаторічних трав – 50–72 %. Для кормового буряку – 20–26 %.

Сучасні передумови для розвитку біологічного землеробства в Україні цілком «склались»:

- Розораність землі майже одна з найбільших у світі і становить близько 82 %, а в деяких областях – 92 %. Як наслідок, зменшується біологічне різноманіття екосистем, зростає деградація землі шляхом ерозії та дефляції (щорічні втрати землі становлять близько 600 млн т, у тому числі 20 млн т гумусу), щорічно на 80 тис. га зростає площа деградованих ґрунтів. Сумарні збитки від ерозії становлять близько 5 млрд дол. на рік.

- Забруднюються водойми через змив пестицидів та мінеральних добрив. З одного боку, це посилює процеси евтрофікації, особливо у Чорному морі, де вже знайдені мертві зони, а з іншого – призводить до забруднення питної води високотоксичними речовинами, небезпечними для здоров'я.

- Загострюється питання енергозабезпеченності агровиробництва.

- Практично зруйноване тваринництво, що вкрай лімітує внесення органічних добрив, без яких неможливо утримувати родючість землі на необхідному рівні.

- Не виконується природоохоронне законодавство. Дуже часто, свідомо порушуючи водоохоронне законодавство, ґрунти розорюються до урізу води, внаслідок чого високотоксичні агрохімікати мігрують у водойми, сприяючи їх евтрофікації.

- Відсутній будь-який контроль сільськогосподарської продукції щодо наявності залишкових пестицидів. Це спонукає виробників використовувати високі дози пестицидів для зберігання врожаю, не дивлячись на високу небезпечність вживання цих речовин з продуктами харчування для споживачів.

Особливо важливим чинником біологічного землеробства є значне збільшення органічних сполук, що містяться у гумусі і які вистувають

гарантією меншої залежності від нестачі опадів, оскільки органічні сполуки мають здатність утримувати воду, зв'язуючи її біохімічно. Саме ґрунтовий мікробіологічний комплекс накопичує вологу у доступній для рослин формі.

Цікавим є питання порівняння врожайності культур в біологічному і інтенсивному землеробстві. Середня врожайність пшениці, виробленої за інтенсивною технологією, у таких країнах, як Англія, Німеччина, Франція, становить від 10 до 15 т/га. При цьому, як правило, не акцентується увага на кількості мінеральних добрив та хімічних пестицидів, які необхідні для отримання таких високих врожаїв. Середня врожайність пшениці на півдні України становить близько 3 т/га. На органічних же фермах Європи врожайність пшениці становить 4,4 т/га. А якщо брати до уваги, що чиста від залишків отрутохімікатів пшениця коштує на 30–40 % дорожче, то виходить, що потенційна врожайність біологічної пшениці порівняно зі звичайною становить 6 т/га. А це майже вдвічі більше, ніж збирається сьогодні на полях України.

Зрозуміло, що при відмові від використання мінеральних добрив, особливого значення у біологічному землеробстві набуває розумне та грамотне внесення органічних добрив, для «виробництва» яких використовується майже все – сіно, відходи тварин, органічні залишки, рослинні рештки і т. п. Велике значення має наявність посівів бобово-злакових сумішок, які повинні займати не менше 20 % площі. З одного боку, це накопичення біологічного азоту, а з іншого – корм для тварин, відходи яких знову ж переробляються на органічні добрива.

Останнім часом у світі широко розповсюджується технологія переробки органічних залишків у добрива за допомогою вермитехнології та ефективних мікроорганізмів. Це значно прискорює час переробки і насичує органічні добрива високоактивними речовинами, необхідними для розвитку рослин. При цьому такі технології дозволяють у процесі переробки органічних відходів отримувати не лише високоякісні органічні добрива, але й метан біологічного походження.

Відмова від використання хімічних пестицидів для боротьби з хворобами та шкідниками рослин, надає великого значення біологічному методу захисту рослин. Безпечність біологічного методу як для тварин і людей, так і для навколишнього середовища, робить його одним із головних чинників впровадження біологічного землеробства. Відомо, що сумарні втрати врожаю від шкідників і хвороб становлять близько 50 %. На долю комах припадає – 15 % втрат врожаю. Хвороби обумовлюють 13 % втрат врожаю. Бур'яни знижують врожай на 12 %. Втрати врожаю вже після збирання становлять 20 %.

Сутність біологічного захисту рослин, який лежить в основі органічного рослинництва, полягає у використанні проти шкідників і хвороб сільськогосподарських культур їх природних ворогів. Це можуть бути хижаки, паразити та хвороби чи антагоністи шкідливих комах і хвороб. Із найбільш відомих та популярних у біологічному землеробстві корисних комах, які використовуються для керування шкідливими організмами, є добре відомий паразітоїд трихограмма. Ця комаха здатна паразитувати яйця приблизно двохсот видів лускокрилих, які здебільшого є небезпечними шкідниками сільськогосподарських культур. Після знаходження яйця шкідника самка трихограми відкладає в нього своє яйце. А на дев'ятий день із яйця шкідника вже виходять нові особини трихограми, які знову починають шукати яйця шкідників. При появі шкідника на полі чи в саду проводиться випуск мільйонів таких комах, які знаходять яйця шкідників і зменшують їх кількість не гірше за хімічні препарати, не забруднюючи при цьому ні продукцію, ні навколишнє середовище. Із комах, крім трихограми, розводяться такі комахи, як галлиця афідіміза, златоглазка звичайна та афіцдіус – вороги тлі, енкарзія – ворог тепличних лускокрилих, амблісейус – паразит трипсів та інші.

Із мікроорганізмів – це добре відомі бактерії бациллус тхурінгієнсіс, гриби роду ентомофтора, ашерсонія, гриб боверія та багато інших. Ці мікроорганізми ефективно вражають шкідливих комах. Інша група мікроорганізмів діє проти хвороб сільськогосподарських культур. Кореневі гнилі багатьох культур можливо контролювати за допомогою бактерій роду псевдомонад чи грибів роду триходерма. Ці мікроорганізми є природними ворогами та антагоністами патогенних мікроорганізмів, які завдають величезних збитків агровиробникам.

Крім керування шкідливими організмами у процесі вирощування сільськогосподарських культур, деякі види мікроорганізмів використовують для зберігання продукції після збору врожаю. Як відомо, на цьому етапі втрати становлять до 20 %. Нанесення мікроорганізмів – антагоністів гнилей покращує збереження фруктів та овочів.

Іншою важливою групою мікроорганізмів, які вкрай необхідні для впровадження біологічного землеробства, є азотфіксатори та фосфоромбілізатори, препарати яких називаються – біологічними добривами. Мікроорганізми цієї групи володіють здатністю перетворювати не доступні для рослин азотні та фосфорні сполуки на розчинні та доступні для рослин. Використання таких мікроорганізмів дає можливість замінювати до 50 % необхідних добрив. У суміші з органічними добривами використання біологічних добрив дає можливість повністю відмовитися від внесення мінеральних азотних сполук, які в умовах нестачі вологи, в умовах України не

тільки не використовуються рослинами, але забруднюють навколишнє середовище.

Другою головною відмінністю біологічної та інтенсивної технології є різниця між кінцевим продуктом. Ця різниця в основному полягає у відсутності в органічних продуктах залишків отрутохімікатів та мінеральних добрив. Медичними дослідами вже давно встановлено, що при вживанні продуктів харчування, забруднених агрохімікатами, відбувається процес постійного накопичення токсичних речовин в організмі людини. Рано чи пізно настане акумуляційний ефект, що приводить до враження печінки, пригнічення імунної та ендокринної системи й ін. Особливо небезпечне вживання продуктів, забруднених агрохімікатами, для вагітних жінок та немовлят. У цьому випадку навіть невелика кількість агротоксикантів може призвести до незворотних негативних змін при розвитку плода та маленької дитини. Цю проблему дуже добре усвідомлюють у Європі, де (наприклад, у Німеччині) практично 80 % ринку дитячого харчування припадає на органічну продукцію.

Третьою головною ознакою біологічного й інтенсивного землеробства є мотивації та цілі фермерів. У фермерів, що працюють за біологічними технологіями повністю змінюється підхід до землі та до природи. В основі землекористування вже не виснаження землі заради надприбутків, а зацікавленість максимально повно використовувати природну здатність до самовідтворення. Тобто взяти від землі лише стільки, скільки вона може дати людині, зберігаючи при цьому свої унікальні природні властивості.

Дуже цікавими є дані, отримані фахівцями Вашингтонського університету при обстеженні 174 органічних ферм. Усі вони були високомеханізовані, в них були освоєні спеціальні сівозміни. Врожайність культур на органічних фермах була на 20–30 % нижчою, але вона добре окупалася майже 50 % економією енергії, більш високою вартістю продукції та була більш стійкою з роками, що свідчить про меншу залежність від кліматичних факторів. На органічних фермах використовуються спеціальні механічні прилади для знищення бур'янів. Крім механічних приладів, використовуються складні системи біологічної боротьби з бур'янами на основі використання хвороб та фітофагів. Тобто органічні ферми є більш наукові та передові, ніж звичайні.

Докорінно змінюється агроландшафт органічних ферм. Всі поля відмежовують спеціальні чагарникові насадження зі смугою квітучих рослин, в яких знаходять собі місце для життя велика кількість живих істот. Знову з'являються птахи, оскільки для них є трофічна база та велика кількість маленьких біотопів для життя. Зростає біологічне різноманіття, яке також впливає на регуляцію шкідливих організмів. Отже, людина, яка вирішує для себе працювати за біологічними технологіями перетворюється із вис-

нажувача землі в її зберігача. Тобто у такої людини повністю змінюється самоусвідомлення.

Крім того, впровадження біологічного землеробства має не тільки екологічні чи економічні, а й соціальні важелі. Бажання працювати всередині замкнутої системи без використання зовнішніх джерел енергії стимулює працівника розумно конструювати свою систему виробництва з мінімальною залежністю від постачальників добрив, палива і т. п. На відміну від сучасного стану селян в Україні з повною залежністю від постачальників необхідних компонентів агровиробництва органічний фермер значно більше володіє як своєю землею, так і її плодами. Сьогодні близько 10 мільйонів гектарів землі в Україні вже непридатні для землекористування. Рано чи пізно, природна родючість, завдяки якій виробляється сільгосппродукція, знизиться до критичної межи. Подальша хімізація сільськогосподарського виробництва вже втрачає свій сенс.

Як бачимо, збереження та підвищення родючості ґрунтів є ключовим моментом у запровадженні технологій біологічного землеробства. До заходів, які забезпечують досягнення цієї мети, належать:

• оптимізація розміщення посівів сільськогосподарських культур у межах кожного господарства;

• ефективне використання наявних ресурсів органічних добрив (гною, торфу та торфогноєвих компостів, сапропелю, органічних відходів переробки сільськогосподарської продукції та ін.);

• використання переваг біологізації землеробства завдяки розширенню посівів багаторічних трав і впровадженню бактеріальних препаратів, збільшення площ під посів на зелене добриво;

• відновлення планової хімічної меліорації із застосуванням місцевих покладів вапняків, крейди і мергелів;

• використання місцевих сировинних ресурсів для підвищення родючості ґрунтів (сапропелі, фосфорити, цеоліти, глауконіти, фосфатшлак, дефекат та ін.);

• припинення необґрунтованого розширення площ під соняшником, що зумовлює подальше погіршення фітосанітарного стану ґрунту за рахунок впровадження альтернативних олійних культур – сої, ріпаку, гірчиці, олійного льону та ін.;

• всебічне запровадження режимів мінімізації обробітку ґрунту, впровадження широкозахватних ґрунтообробних засобів і застосування технології прямої сівби;

• застосування контурної організації території землекористування, що передбачає оптимізацію стану природного середовища на території водозбірного басейну, або яружно-балкової системи;

• доведення водоохоронної та полезахисної лісистості до оптимальної;

• всебічна реставрація й підтримка єдиної системи полезахисних лісосмуг як найважливішого засобу стабілізації агроландшафтів і закріплення меж полів (для збереження екобалансу території та поліпшення продуктивних властивостей сільськогосподарських угідь).

В Україні до 5 % населення, передусім у великих містах, мають мотивацію до споживання органічних продуктів і готові платити за них вищу (на 40–50 %) ціну. Ця група споживачів створює початкову нішу для органічної продукції в Україні, а отже, для формування внутрішнього ринку такої продукції у майбутньому.

Станом на початок 2010 року в Україні налічувалося 78 сертифікованих органічних господарств, а площа сільськогосподарських угідь під органічним виробництвом становила 289,5 тис. га, що дозволило Україні за цим показником посісти 16 місце в світі серед більш ніж 100 країн. Більшість із них розташовані в південному регіоні України (Одеська та Херсонська області), в західній Україні (Чернівецька, Тернопільська і Львівська області), а також на Полтавщині.

Одними з найбільш відомих «органічних» господарств в Україні є сільськогосподарське акціонерне товариство (САТ) «Обрій» та приватне підприємство «Агроекологія» (Полтавська область, Шишацький район, с. Михайлики). Ці господарства спеціалізуються на вирощуванні зернових і технічних культур та на виробництві молока й м'яса. Основними особливостями технології, що використовується в САТ «Обрій» та ПП «Агроекологія», є такі:

• Застосування ґрунтозахисних технологій, при яких обробіток під всі культури ведеться на глибину посівного ложа (до 5 см), а поверхня ґрунту мульчується післяжнивними рештками. Технічне забезпечення ґрунтозахисних технологій базується на застосуванні широкозахватних важких дискових борін, широкозахватних важких культиваторів, кільчасто-шпорових котків і зернових пресових сівалок або сівалок прямої сівби.

• Відтворення родючості ґрунтів проводиться за рахунок органічних добрив, таких як гній, нетоварна частка врожаю (солома зернових і зернобобових, подрібнені стебла соняшнику, кукурудзи, сорго, гичка тощо), а також післяжнивні посіви сидератів.

• Норми внесення органічних добрів у розрахунку на напівперепрілий гній складають не менше 24–26 т/га сівозмінної площі. Коефіцієнт перерахунку на напівперепрілий гній становить для пожнивних решток – 5, для сидеральних добрив – 1,5.

• Синтетичні мінеральні добрива не застосовуються. Винесення рослинами фосфору і калію у перші роки запровадження технології компен-

сується переведенням важкодоступних і недоступних їх форм у доступні для рослин, а в подальшому – внесенням фосфоритного борошна та сильвініту. Винесення азоту компенсується введенням у структуру посівів 20 % багаторічних бобових трав. А при залишенні на полях нетоварної частки врожаю на кожну тонну пожнивних решток вносять 10 кг діючої речовини азоту. Синтетичні азотні добрива, які вносяться у ґрунт при використанні нетоварної частки врожаю, за два тижні компостування з післяжнивними рештками повністю перетворюються в органічний азот.

• Застосовуються агротехнічні заходи для захисту посівів від бур'янів (культивація, напівпар) і посіви післяжнивних сидератів із хрестоцвітих, які мають алелопатичний вплив на бур'яни. Захист посівів від шкідників і хвороб здійснюється агротехнічними, профілактичними і біологічними методами.

• Проводиться корекція структури землекористування та моделювання оптимальної структури посівів.

У науковій літературі поширена думка, що при відмові від хімізації сільськогосподарського виробництва відбувається зниження врожайності культур на 30–40 %. Однак досвід (наприклад, САТ «Обрій») переконує, що із застосуванням органічного землеробства можливо не лише утримати врожайність на попередньому рівні, а навіть її підвищити. Досвід цих господарств показав, що ґрунтозахисні технології органічного землеробства потребують, порівняно з традиційними технологіями, втричі менше часу на обробіток ґрунту, в 2–3 рази менше пального, та в 10 разів – мінеральних добрив (вносяться тільки азотні добрива у розрахунку 10 кг на 1 т органічних решток).

Фахівцями Інституту агрохімії і ґрунтознавства УНААН було проведено аналіз еколого-токсикологічного стану орних земель України та виділені зони, придатні для вирощування екологічно безпечної продукції. За цими даними, в Україні залишилось чотири невеликих регіони, де ґрунти ще не забруднені до небезпечних меж і де можливе вирощування екологічно безпечної продукції на рівні найсуворіших світових стандартів:

• *Північно-Полтавський* – охоплює більшу частину Полтавської області (за винятком регіонів, що прилягають до міст Кременчука та Комсомольська), північно-західні райони Харківської області, південно-західні райони Сумської області, південно-східні райони Чернігівської області та східні райони Київської і Черкаської областей (лівобережна частина).

• *Вінницько-Прикарпатський* – тягнеться широкою смугою близько 100 км від м. Попельня Житомирської області і простягається до півночі Вінницької, Хмельницької та Тернопільської областей у напрямку до м. Львова.

• *Південно-Подільський* – включає невелику південно-східну частину Вінницької області, південно-західну частину Кіровоградської області, північ Миколаївщини і північну половину Одеської області.

• *Північно-східно-Луганський* – охоплює Міловський і Новопсковський райони Луганської області.

Але лише наявності територій, потенційно придатних для ведення біологічного землеробства, ще недостатньо. Перехід від звичайних (інтенсивних) технологій агровиробництва до біологічного землеробства (так званий конверсійний період) є досить тривалим процесом (за деякими даними – від 2 до 5 років) і супроводжується певними ризиками та необхідністю вирішення низки проблем – інституційно-правових, соціально-психологічних, фінансово-економічних.

До соціально-психологічних проблем запровадження технологій біологічного землеробства в Україні слід віднести низький рівень обізнаності населення і виробників щодо органічного виробництва, а також низький рівень екологічної свідомості сільського населення через відсутність спеціальних освітніх програм. Крім браку освіти та екологічної свідомості, спостерігається небажання подолання стійких стереотипів, що склалися за тривалий період інтенсифікації сільського господарства, та низький рівень інноваційної активності менеджерів і державних управлінських структур.

До інституційно-правових проблем впровадження органічного виробництва в Україні належать:

• відсутність базового закону про органічне виробництво та сертифікацію органічної продукції, узгодженого з вимогами міжнародного законодавства;

• відсутність ефективної національної системи сертифікації та контролю органічних господарств і виробленої ними продукції;

• відсутність відповідної внутрішньої інфраструктури (асоціацій/спілок/осередків виробників органічної продукції);

• необхідність інтеграції в міжнародні структури (ЄС, IFOAM) та забезпечення доступу на зовнішні ринки органічної продукції;

• необхідність належного інформаційного забезпечення (популяризація технологій органічного виробництва, екологічна освіта населення та виробників сільськогосподарської продукції, консультаційна підтримка виробників, спеціалізовані тренінги для керівників і працівників господарств).

Фінансово-економічні проблеми впровадження органічного виробництва включають наступне:

• відсутність маркетингових досліджень ринків органічної продукції;

• ризики, пов'язані з можливими змінами кон’юнктури ринку органічної продукції за досить тривалий (2–4 роки) період конверсії;

• фінансові втрати у зв'язку зі зменшенням обсягів виробництва продукції (особливо це актуально для господарств, що застосовували інтенсивні технології);

• фінансові витрати, пов'язані з необхідністю закупівлі спеціальної техніки й обладнання;

• відсутність дійового механізму страхування ризиків в сільськогосподарському виробництві;

• відсутність фінансової підтримки з боку держави в період конверсії та надання пільг або субсидій при виробництві органічної продукції.

Уряди багатьох країн, з метою заохочення фермерів запроваджувати нові форми ведення сільськогосподарської діяльності та підтримки господарств на період конверсії, коли можливі фінансові збитки, надають їм відповідну фінансову допомогу.

Враховуючи високий рівень антропогенізації території України, її вагомий промисловий потенціал, високу щільність населення (80–150 чол. на 1 кв. м), найбільшу в Європі зайнятість населення в сільськогосподарському виробництві (18 % працюючого населення), велику частку еродованих земель (58 % сільськогосподарських земель), при найбільшій в Європі розораності (79 %), низьку лісистість території та низку інших об’єктивних факторів, необхідно забезпечити пріоритетність екологічного аспекту загальнодержавної політики на всіх її рівнях.

Для поступового формування стійкої (збалансованої) агросфери доцільно розробити та практично реалізувати національну програму екологізації сільськогосподарського виробництва, центральною віссю якої і повинне стати органічне сільське господарство. У цьому контексті доцільним та корисним може стати багатий досвід й інструментарій, які Україна може запозичити в Міжнародної федерації органічного сільського господарства, особливо в сучасних умовах інтеграції з Євросоюзом.

Згідно з цією програмою центральним завданням наукового забезпечення рослинництва є перетворення цієї галузі, заснованої в даний час на зростаючих витратах вичерпаних ресурсів, на справжню «індустрію життя», що дозволяє задовольняти потреби людства в продуктах харчування і сировині за рахунок необмежених можливостей пізнання Природи і її законів. Відтак, кращий спосіб знизити залежність агроекосистем від варіюючих ґрунтово-кліматичних умов і «примх» погоди, а також можливих змін клімату – це пристосуватися (адаптуватися) до них. При цьому адаптивне рослинництво повинне забезпечуватися на всіх рівнях організації та функціонування агроекосистем – організменому, популяційному, видовому, агроценотичному, ландшафтному і біосферному.

Стратегія адаптивної інтенсифікації сільського господарства ґрунтується перш за все на використанні досягнень фундаментальної науки, що

розкриває найбільш загальні і важливі закони розвитку живої та неживої природи, еволюції біосфери і її компонентів. Така орієнтація пов'язана, насамперед, з усвідомленням світовою спільнотою необхідності переходу до принципово нової системи природокористування, а отже, і до іншої стратегії сільськогосподарського виробництва. Саме еволюційна обумовленість і генетично детермінована (еволюційна) «пам'ять» адаптивного потенціалу кожного виду живих організмів, а також нерівномірний розподіл у просторі природних ресурсів (ґрунту, клімату) мають бути покладені в основу агроекологічного макро-, мезо-і мікрорайонування сільськогосподарських угідь, тобто «розподілу праці» між культивованими видами рослин.

На еволюційно-аналоговому підході базується і конструювання адаптивних агроекосистем і агроландшафтов, оскільки всі їх біотичні компоненти, зокрема, ґрунтова мікрофлора, орніто- й ентомофауна, так само як структури і механізми саморегуляції, що забезпечують підтримку екологічної рівноваги, функціонують відповідно до основного закону природної еволюції – множення числа видів і поглиблення їх екологічної спеціалізації.

Однією з головних причин неефективності існуючих систем землеробства і рослинництва є порушення принципів адаптивного природокористування, які базуються на диференційованому використанні місцевих природних ресурсів і, насамперед, забезпеченні оптимального співвідношення між ріллею, лугом, лісом і водоймищами (Докучаєв, 1900), а також ґрунтозахисній і ґрунтопокращувальній структурі посівних площ. При конструюванні агроекосистем і агроландшафтов в більшості випадків виявляється неосвоєним широкий спектр адаптивних механізмів і структур на різних рівнях організації агробіогеоценозів. Пошук альтернативних варіантів подальшого розвитку рослинництва і сільського господарства в цілому ускладнюється як традиційною інертністю зміни існуючих систем землеробства, так і часовим чинником, пов'язаним з експоненціальним зростанням чисельності населення і використання непоновлюваних ресурсів.

При збереженні переважно хіміко-техногенної інтенсифікації рослинництва масштаби ефекту «пестицидного бумеранга» посилюватимуться, а в «еволюційному танку» генотипічної мінливості рослини-господаря і паразитів явна перевага буде на боці останніх. До теперішнього часу зафіксовано підвищення стійкості до пестицидів більш ніж у 500 видів комах-шкідників, десятків видів збудників хвороб і сотень бур'янів. Це обумовлено не тільки численністю вже функціонуючих і потенційно шкідливих для сільськогосподарських культур видів комах, грибів, вірусів, нематод, бур'янів (їх більше 100 тис.), але і більшою залежністю їх рекомбінаційної і мутаційної мінливості від умов зовнішнього середовища (індукція і природний відбір), що лежать в основі появи шкідливіших генотипів. В результаті утворення стійких до пестицидів популяцій шкід-

ливих комах і дрібних тварин, а також смітних рослин відбувається досить швидко, тобто впродовж 10–20, а іноді і декількох поколінь.

Окрім негативного впливу на навколишнє середовище, небезпеку становлять залишки пестицидів у продуктах харчування. Встановлено, наприклад, що з 300 органічних компонентів, які можуть бути визначені наявними аналітичними методами, в середньому в продуктах харчування виявляють близько 113 різних пестицидів та інших хімічних речовин промислового походження. Пестициди зазвичай порушують нормальне проходження метаболічних процесів у самій рослині, тому їх застосування є причиною і ширшого розповсюдження хвороб. Оскільки більшість пестицидів не володіють повною виборчою дією, широке їх застосування приводить до порушення біологічної рівноваги в агроекосистемах і агроландшафтах. Обумовлено це тим, що шкідливі види, як правило, відновлюють свою чисельність значно швидше, ніж корисні види, що конкурують із ними. Так, при обробці агроценозів інсектицидами, що не володіють вибірковістю дії, чисельність корисних комах зазвичай зменшується на 20–70 %, а внаслідок сукцесії структура фауни змінюється на користь популяцій шкідливіших видів. До того ж пестициди створюють жорсткий фон відбору (ефекти «пестицидного бумеранга» й «еволюційного танка» в системі «господар – паразит»), внаслідок чого повсюдно фіксується поява нових фізіологічних рас патогенів, а також стійких до пестицидів видів і/або біотипів шкідників і бур'янів, що характеризуються, як правило, більшою шкідливістю.

Ціла низка негативних тенденцій в рослинництві пов'язана з неадаптивним застосуванням техніки. Так, широко відомий вплив звичайної оранки і міжрядного обробітку ґрунту на посилення ерозійних процесів. Часта культивація міжрядь сприяє не тільки перенесенню вірусних захворювань рослин, але й ущільненню ґрунту. Останнє порушує водно-повітряний режим субстрату і нормальний розвиток рослин, обумовлює поверхневе розміщення кореневої системи, стимулює враження посівів збудниками борошнистої роси, фітофторозу, плямистості листя та ін. Комбайнове прибирання одночасно виконує і роль «сівалки», багато в чому сприяючи розповсюдженню насіння деяких найбільш шкідливих бур'янів. Пошкодження плодів, бульб і коренеплодів при комбайновому прибиранні сприяє ураженню їх хворобами.

Таким чином, якщо при техногенно-інтенсивній системі землеробства стратегії природи і людини дійсно «розходяться» (Ю. Одум, 1975), оскільки природа прагне збільшити валову, а людина – чисту продукцію, то при адаптивно-інтенсивній вони збігаються і доповнюють одна одну в тому сенсі, що сільськогосподарське виробництво розглядається як складова частина довготривалого природокористування, а продукційні, се-

редовищеполіпшувальні і природоохоронні функції агроекосистем вважаються однаково важливими.

3.4.4. Біодинамічне землеробство і рослинництво

Біодинаміка – це сучасна ефективна технологія органічного землеробства, яка дозволяє максимально швидко і найбільш результативно поновити мікробіологічний баланс ґрунту, відновити його структуру та природні властивості, накопичити гумус, відновивши таким чином природну родючість ґрунту. Походить термін «біодинамічний» від грецьк., що в перекладі буквально означає «життя» і «рух».

Проте, незважаючи на тривале існування обґрунтованих біодинамічних підходів та доведеної практикою результативності біодинамічного землеробства, сучасні фермери в різних країнах світу лише останнім часом почали активніше переходити до застосування раціональних біодинамічних технологій, відмовляючись від нав'язаної агрохімічними корпораціями практики знищення природної родючості ґрунту та економічної залежності фермера від агрохімічних корпорацій.

Біодинамічні технології базуються на холістичному (від грецьк. *holos* – цілісний, повний) підході до ведення сільського господарства з поєднанням всіх переваг збалансованого й екстенсивного рослинництва та тваринництва, а також з усвідомленням та вмілим використанням біологічних циклів рослин і тварин, що пов'язані з космічним впливом на природні явища. Біодинаміці притаманне дбайливе ставлення до біологічного різноманіття та здоров'я довкілля, мінімізація обробітку ґрунту, використання екологічно-безпечних та відновлювальних джерел енергії, раціональне використання ресурсів, мінімізація обробітку сільськогосподарської продукції для збереження цінних природних властивостей натуральної їжі.

Як напрямок органічного землеробства біодинаміка базуються на застосуванні виключно природних компонентів, більш глибоко пояснює принципи природного балансу в аграрному виробництві та допомагає раціонально і максимально ефективно використовувати природні можливості основного багатства агросфери – ґрунту. Правильне застосування біодинамічних технологій веде до найшвидшого відновлення його структури, підвищення вмісту гумусу та кращого засвоєння рослинами всіх необхідних елементів.

Отже, якісні біодинамічні продукти відрізняються покращеними смаковими властивостями, здоровим виглядом, підвищеними термінами зберігання та збалансованим вмістом властивих тому чи іншому продукту вітамінів, мікроелементів та інших необхідних для здорового розвитку людського організму складових.

Історія біодинаміки – це історія багатовікової еволюції землеробства у багатьох частинах світу. Принципи біодинаміки були сформульовані Рудольфом Штайнером (1861–1925) ще на початку XX століття на основі досвіду, досліджень та наукових праць багатьох агрономів, ґрунтознавців, мікробіологів, екологів і філософів. Р. Штайнер, засновник вчення антропософії, звів цей досвід та виклав його у формі серії лекцій у червні 1924 року в Німеччині.

Важливий вплив на розвиток холістичного сприйняття землеробства мала також космогенно-енергетична теорія відомого українського вченого Сергія Андрійовича Подолинського (1850–1891), наукові ідеї якого значно випереджали час і не були достатньо зрозумілі не лише багатьом його сучасникам, а й наступним поколінням. В. І. Вернадський високо оцінив ідеї С. А. Подолинського про енергетику життя, розуміння ним цілісності біосфери, взаємозв'язків тваринного і рослинного світів та біоти ґрунтів, впливу космосу, які були відмічені раніше в роботах таких відомих вчених та практиків, як Д. Менделєєв, В. Докучаєв, І. Овсінський.

Але розвиток сучасної біодинаміки був би не можливий без ентузіазму агрономів в різних країнах світу та без багаторічних практичних надбань і тисяч навчальних семінарів провідного агронома та фахівця з біодинаміки Алекса Подолинського – онука українського вченого Сергія Подолинського. Алекс Подолинський живе та працює в Австралії і є автором багатьох наукових праць з органічного землеробства та біодинаміки.

Фермери-піонери ідеї біодинамічного рослинництва перетворили свої господарства на науково-дослідні. Найвідоміші з них – Еренфрід Пфайффер, Марія і Маттіас Тун та інші, які довели науковцям і фермерам світу переваги біодинамічного способу ведення сільського господарства перед загальноприйнятим.

Біодинаміка – це духовно-наукове сприйняття Природи, шлях до розуміння рослинного світу як живої істоти з її матеріальною (біологічною) та життєдайною (динамічною) сутністю. Життєдайність у рослині має свої витоки в Космосі, проявляючись на Землі як сили імунітету або формоутворюючі сили. Важливо зазначити, що життєдайні сили рослини є однієї природи із людським здоров'ям (потенціал здоров'я, імунітет, запас сил). Ці сили необхідні людині також для здобуття душевного здоров'я та зміцнення духовних сил.

Взагалі, важливим джерелом життєдайного потенціалу для людини є їжа та навколишнє середовище. На вирішення завдань з оздоровлення ґрунту, рослин та навколишнього середовища саме і спрямоване біодинамічне сільське господарство. Здорове природне середовище для сільськогосподарських рослин, яке формується за допомогою біодинамічних підходів, забезпечує формування здорових рослин, які віддають свої най-

кращі властивості та чудовий смак своїм споживачам за умови збереження природного екологічного балансу.

Принципи та етапи впровадження біодинамічного землеробства. На думку біодинамістів, земля – це біологічно жива істота, свого роду організм, який при грамотному підході здатний розкрити такі великі ресурси, про які ми навіть не здогадуємося. Саме у такому розумінні землі і полягає один з принципів біодинамічного землеробства: ґрунт, земля є «живими», а отже, і догляд за ними має бути відповідним – допускаються тільки органічні добрива, головним чином компост, щадні методи обробки, сівозміна, змішані посіви. Тому глибока полицева оранка замінюється в біодинаміці обробітком землі без перевертання скиби і використовується дрібне, поверхневе спушення ґрунту.

Ще один принцип біодинамічного землеробства: не тільки удобряти ґрунт, але і підгодовувати незліченних мешканців, що живуть в ньому, – мікроорганізми та черв'яків, від яких залежить стан поживних речовин ґрунту. Їх живлення має включати не тільки мікроелементи і солі, але і обов'язково органічну основу. Якщо нагодувати їх, створити їм потрібні умови, вони самі забезпечать ґрунту його колоїдні властивості, створять живильні речовини для рослин. Для прогодівлі ґрунтової біоти достатньо лише компосту, який можна приготувати практично з будь-якої органіки, яка є в кожному господарстві і деколи вважається за непотрібне сміття: тирса, солома, кухонні відходи, бур'яни, скошена трава і навіть гілки.

Принциповою відмінністю біодинамічного фермерського господарства від традиційного є те, що таке господарство являє собою самостійний живий організм, який включає людину, дерева, трави, мікроорганізми, комах, птахів, тварин, культурні рослини і навіть бур'яни. Адже «бур'янами» певні види рослин людина вважає через егоїстичну точку зору, оскільки вони заважають розвитку і зростанню «потрібних» рослин. Але вони можуть бути і корисні для людини як біоіндикатори, указуючи, наприклад, на кислотність ґрунту, на дефіцит води, гумусу. Крім того, бур'яни завдяки алелопатичним властивостям здатні стати помічниками землероба в боротьбі зі шкідниками. Багато трав, наприклад, ромашка, кропива, валеріана, деревій, посаджені в невеликій кількості, оздоровлюють ґрунт і покращують смак вирощених овочів. Деякі із звичних нам «злісних» бур'янів, наприклад, та ж кропива, служать основою для компосту і компостного зеленого добрива. Це так звані біодінамічно активні рослини.

Важливим є ще один біодинамічний принцип: кожна рослина пов'язана з усіма живими компонентами ділянки і одна з одною (згадаємо один із законів Б. Коммонера: «Усе пов’язане з усім»). Тому обов'язково враховується біологічна сумісність різних рослин, які впливають одна на одну при безпосередньому і навіть віддаленому сусідстві, виділяючи різні речовини за допомогою коріння і листя. Важливо і те, які рослини були

попередниками нинішніх, росли в попередньому році (і навіть кілька років тому), як вони змінювали властивості ґрунту: чи збагачували вони його або, навпаки, збіднювали, розпушували або ущільнювали. Тому дуже важливими є мішані посіви, сівозміна, поєднання і чергування культур.

Поряд із загальними принципами для всіх систем оригінальна біодинамічна система містить властиві лише їй підходи. Таке ведення господарства зорієнтоване перш за все на використання біоритмів, властивих нашій планеті Землі та космічному простору. Ретельно враховуються і цикли Місяця. Ця ідея перегукується з працями О. Л. Чижевського (1976). Отже, таке ведення господарства впроваджується з урахуванням не лише природних (земних), але й космічних ритмів, оскільки все живе – це збалансоване ціле, що перебуває у взаємозв'язку з космосом.

На практиці такий «космічний» підхід здійснюється так: обробіток ґрунту, сівба, догляд за посівами проводять у сприятливі залежно від розміщення небесних тіл періоди. Наприклад, коли Місяць перебуває у сузір'ї Риб – цей період сприятливий для висівання та висаджування зеленних овочів, а коли у сузір'ї Тільця – кращий час сіяти коренеплоди, тощо. Розміщення небесних тіл враховують також при виготовленні компостів та організації боротьби з бур'янами. Зокрема, використовуються спеціальні біодинамічні препарати: суміші з рогів та гною, або кремнію, з рогів та розмеленого кварцу, компости з гною та різних рослин (кропива, деревій, ромашка, кульбаба тощо).

При біодинамічному напрямі ведення господарства підвищується роль сівозмін, попередників і мішаних культур. Тому для великих господарств перехід до такої системи сільськогосподарського виробництва здійснити нескладно. Перспективною є також тенденція до відмови від використання хімікатів, оскільки залишки пестицидів і гербіцидів накопичуються в організмі, викликають різні захворювання, знижують його життєздатність.

Перший етап практичного біодинамічного землеробства – це оздоровлення землі: формування структури ґрунту, відновлення натурального біологічного балансу гумусу та мікроелементів, необхідних для вирощування будь-яких сільськогосподарських культур.

Другий етап практичної біодинаміки – це підтримка формування рослин в різні періоди вегетації з метою накопичення рослиною сонячної енергії та максимального із природно можливого вмісту поживних речовин і вітамінів та формування багатих смакових властивостей і живого кольору. Біодинамічним овочам та фруктам також властиве тривале зберігання.

Біодинамічні препарати. Препарати, які використовуються у біодинамічному сільському господарстві, базуються виключно на природних складових, в той час, як «фабричне господарство» повністю залежить від

хімічних та синтезованих поживних речовин, засобів догляду за рослинами тощо. Фактично «фабричне» сільське господарство підтримує життя рослин невластивими природі, штучними засобами.

Готують біодинамічні препарати із природних продуктів і застосовують для збільшення чутливості рослин і ґрунтових організмів. Біодинамічні препарати є своєрідними стимуляторами суто органічного походження. Вони є балансирами космічних та Земних сил для їх гармонійного впливу на рослинний і тваринний світ і на саму людину.

Біодинамічними препаратами обприскується ґрунт до або після сівби насіння чи висадки рослин. Вони служать для активізації росту коренів і життєдіяльності ґрунтових організмів. Крім цього, біодинамічні препарати використовуються для обприскування листків самої рослини з метою стимуляції фотосинтезу і поліпшення якості плодів. Вони є комплексними природними субстанціями. Це означає, що їх підбирають на основі дії їх хімічного складу. Для їх приготування використовуються у поєднанні натуральний, рослинний і тваринний матеріал. Є два види препаратів:

1. Польові препарати для обприскування (їх розводять у воді і використовують для обприскування полів та рослин).

2. Удобрювальні або компостні препарати (додаються малими дозами до рідких або твердих добрив).

Біодинамічні препарати не дають збільшення врожаю, але вони поліпшують його якість, роблять рослину більш здоровою і стійкою до різноманітних захворювань, захищають рослини від шкідників, продовжують термін якісного зберігання продукції.

Препарати зв'язують різні природні субстанції одну за одною: мінерально-фізичну, рослинно-живильну та тваринно-енергетичну з силою земного організму через людину як виконавця всього процесу. Біоенергетичні ритми пір року відіграють основну роль. Характеристика біодинамічних препаратів:

1. Біодинамічний препарат № 500. Методика його приготування є складним органогенним процесом, який триває понад півроку. Препарат повністю органічного походження і жодної загрози для біосфери не становить. Препарат використовується для обробітку ґрунту. Його основним завданням є створення таких умов у ґрунті, які б принципово покращували природним чином його фізико-механічний стан і забезпечували стабільно-номінальну його родючість впродовж тривалого періоду часу. Препарат не є джерелом поживних елементів для ґрунту, а служить для активації усіх обмінних процесів в ньому. Препарат використовується як самостійно, так і в поєднанні з іншими препаратами. Якщо ґрунти є добрими, гумусними з гарною структурою – препарат достатньо застосовувати 2 рази впродовж року. Якщо ґрунти бідні – якнайбільше. На ділянках

з бідними ґрунтами він суттєво покращує їх структуру і завжди та у всіх випадках сприяє утворенню, збереженню та накопиченню гумусу. При внесенні препарату № 500 – на ділянках, де він вносився, спостерігається збільшення кількості мікроорганізмів та черв'яків, що є першочерговим показником саморегенерації ґрунту. Препарат сприяє також правильному засвоєнню усіх космічних імпульсів, які активуються у Землі. Тривале правильне застосування цього препарату вже за 4 роки дозволяє надати виснаженій неправильним веденням господарювання ділянці ґрунту стабільного розвитку, завдяки покращеню його структури на глибину понад 1 м, накопичення та зберігання азоту в ґрунті. Всього 60 мл препарату № 500 розчиняється у 30 л води і цього розчину достатньо для обробітку 1 га площі.

Для виготовлення цього препарату використовується гній великої рогатої худоби. Сам по собі гній – це те, що тварина з'їла, потім переробила в собі, отримавши частину з цієї їжі у вигляді динамічної енергії. Це «жива» маса, яка утворюється в організмі тварини з рослинності і виробляє сили, характерні саме для рослинного життя. Гній використовують від корів, які споживають корм, що вирощений на органічній основі і в господарстві, яке не менше 3-х років займається органічним виробництвом.

Звільнену від пробок порожнину рогу корови наповнюють коров'ячим гноєм і в осінній період (вересень) роги закопуються у ґрунт. Для закопування рогів вибирається глибокий ґрунт, насичений гумусом, щоб він не був дуже піщаним або, навпаки, глинистим. На дно траншеї викладається легке каміння (гравій), яке виконує функцію дренажу. Протягом зимового періоду роги корів в ґрунті акумулюють енергію (неначе резонатори) і спрямовують її до наповнювача рогу (гною). Гній з рогом перетворюється на субстанцію, яка концентрує в собі в найактивнішій формі енергію Землі. Викопувати роги потрібно навесні (квітень), але цілу зиму вони обов'язково мають бути в землі. З одного наповненого рогу вдається отримати приблизно 60–80 грамів рогового препарату. Ця кількість використовується для розмішування в 20 літрах води. Цього вистачає для обприскування приблизно 1 га площі. Розчин виготовляється з використанням теплої води та ємності з натуральних матеріалів (емальована або дерев'яна). Препарат доводять до готовності повільним перемішуванням впрдовж однієї години. Місце, де проводиться розмішування, повинно бути якомога далі від електромагнітних полів, за можливістю воно має бути куточком дикої природи.

Якість розмішаного препарату втрачається впродовж 1–2 години, тому препарат бажано вносити безпосередньо після розмішування. Після обприскування в ґрунті, внаслідок дії препарату, починає оживлятися мінеральна частина в напрямку, потрібному для рослин. Найкраще

обприскувати препаратом всі площі сільськогосподарських угідь двічі на рік – навесні та восени. Культура стає кращою, коли її обприскують перед, під час або відразу після обробітку ґрунту чи посіву, на пасовищах після скошування трав. Обприскування необхідно проводити з третьої години після обіду до сутінків, коли ґрунт особливо сприятливий до вбирання імпульсів. Ідеальною умовою є волога погода або невеликий дощ. Виготовлений препарат використовується повністю.

2. Біодинамічний препарат № 501. Виготовляється із кристалів природного гірського кварцу. Приготування препарату є складним біологічно-механічним процесом, який також триває понад півроку. Препарат використовується як для обробітку ґрунту, так і для обробітку усіх видів рослинності. При внесенні препарату у ґрунт він його активує, залучаючи, крім земних, космічні сили. Актуальним є його внесення у добрий, гумусний, родючий ґрунт. Особливо якісно препарат № 501 діє у поєднанні з обробітком ґрунту біодинамічними препаратами № 500 та № 507. Препарат не є добривом і не є живленням для рослин чи ґрунту. Завдяки властивостям гірського кварцу та спеціальному способу його приготування препарат № 501 використовують для:

– активації поглинання рослинами разом із ґрунтом дії сонячного світла;

– збалансування космічно-земних сил у ґрунті;

– активної протидії грибковим ураженням рослин, дерев та кущів;

– покращення плодоношення;

– посилення у плодів природним чином ароматичних та смакових властивостей;

– для активації енергетичного обігу у всіх процесах метаболізму рослин та ґрунту;

– утворення стабільного гумусу в поєднанні з біодинамічним препаратом № 500.

Найкраще препарат готувати навесні (від Великодня до Михайла). Подрібнений кварц розмішується у воді до стану каші і ним заповнюються коров'ячі роги, які закопуються в землю у захищеному від дощів і морозів місці, під прямим сонячним освітленням. Норма внесення препарату 2 грами на 10 л води (на 1 га).

Найкраще препаратом обприскувати рослини до десятої години ранку, щоб роговий кремній висихав разом з росою на поверхні листків. При засухах препарат не використовується. Обприскувати починати, коли рослини досягають фази 2–3-х листочків. Можна обприскувати рослини до трьох разів. Третє обприскування проводиться у другій половині дня. Значний ефект від препарату спостерігається при обробітку овочів і плодових рослин. Пшениця обприскується тоді, коли її висота буде 7–10 см.

Препарат є повністю біологічного походження і не загрожує ані Землі, ані рослинам, ані тваринам та людям.

3. Біодинамічний препарат № 502. Впливає на правильне співвідношення калійних і азотних процесів у землі. Вихідним матеріалом є суцвіття деревію, яке збирається у стадії цвітіння полудня і поміщується у емність тваринного походження (рубець або сечовий міхур). Сушити його потрібно у провітреному, захищеному від сонця, дощу і тварин місці, куди б попадало вранішнє сонячне літнє світло (наприклад, під дахом будівлі). У кінці вересня висушена біомаса рослин закопується в землю. Навесні (квітень) препарат готовий до застосування.

4. Біодинамічний препарат № 503. Впливає на підготовку рослин до плодоношення і надає рослинам стимулу здорового росту, сприяючи дії кальцію. Квіти, які збираються у фазі цвітіння без стебла, необхідно висушити. Восени ними заповнюються ємності тваринного походження (наприклад, кишківника), які закопуються в землю на сонячному місці. Навесні готовий препарат з ромашкою викопується. Вноситься цей препарат у гній, компост, чи гноївку (як і препарат з деревію).

5. Біодинамічний препарат № 504. Покращує здатність рослин до покращеного росту, концентрує залізо, багатий на вапно та кремнекислоти, гармонізує процеси, пов'язані з вуглекислим газом. Зокрема, гармонізація процесів обміну азоту відбувається за рахунок вмісту заліза в кропиві, на основі якої готується препарат.

Збирати кропиву необхідно вранці, але без роси. Використовувати листя. Товсті стебла не використовуються. Рослини в'яляться або сушаться залежно від того, коли будуть закопуватись у землю. Листя кропиви кладуться в ґрунт на день святого Іоанна (7 липня) чи Михайла (19 вересня). Закопують в дерев'яних коробах або дренажних трубах. У ґрунті кропива залишається цілий рік. Цей препарат змішується з гноєм або гноївкою як деревій і ромашка.

6. Біодинамічний препарат № 505. Здійснює профілактику рослинним захворюванням та лікує певні рослинні хвороби завдяки дії кальцію та інших речовин, що містяться в дубовій корі.

Кора збирається з старого дуба та подрібнюється у будь-якій ємності тваринного або рослинного походження з подальшим закопуванням у землю (в осінній період). Навесні препарат готовий до використання. Цей препарат вноситься в гній, компост чи гноївку. Він має здатність профілактичної боротьби з хворобами рослин, затримує їх розвиток.

7. Біодинамічний препарат № 506. Служить для вбирання Землею з Космосу кремнекислоти. Перетворює частку кремнію в азот і віддає його рослинам. Готується на основі кульбаби.

Збираються квіти вранці, але без роси і коли суцвіття розкриті більше ніж наполовину. Квіти висушують. Побілілі суцвіття не використовуються для виготовлення препарату. Зібрані квіти зберігаються до осені. Восени квіти необхідно відваром або соком цієї ж кульбаби змочити і заповнити приготовлені нутрощі великої рогатої худоби. Закопати нутрощі на зиму в ґрунт. Навесні викопуємо і отримуємо препарат, в якому кульбаба набуває вигляду напівгуміфікованої колоїдної маси і містить в собі великий заряд позитивної земної енергії. Домішуючи цей препарат до гною чи компосту, додаючи до гноївки, потім вносячи їх в землю, надається можливість вбирати з навколишнього середовища саме стільки кремнекислоти, скільки її треба для рослин. Таким чином, цей препарат підсилює кругообіг та взаємообмін речовин в природі.

8. Біодинамічний препарат № 507. Регулює фосфорні та теплові процеси в компостній масі. Готується на основі валеріани, яка стимулює збільшення вмісту фосфору та сприяє дії тепла на рослини.

Квіти валеріани збираються вранці у світлі дні у паперові мішки, які зв'язують, і залишають невеликий отвір, щоб впродовж 2–3 годин повилазили комахи. Потім з квітів видавлюється сік. Для цього свіжі суцвіття чавляться у фарфоровій ступці, на механічному пресі або за допомогою м'ясорубки. Сік зливається у пляшки темного кольору, які закриваються корком. У корку робиться отвір і вставляється скляна аптечна змійка, в яку заливається вода для запобігання попадання повітря до пляшки з соком. Сік відстоюється на сонці впродовж трьох тижнів. Після цього сік розводиться теплою водою у співвідношенні 5–20 крапель препарату на 5 літрів води. Активізувати воду з соком потрібно вручну 15–20 хв., помішуючи почергово то в один, то в інший бік. Цим препаратом обробляється гній, компост чи гноївка, які були оброблені попередніми препаратами.

9. Біодинамічний препарат № 508. Попереджає грибкові захворювання у рослин і розвантажує ґрунт від надмірної дії Місячних сил тяжіння. Готується на основі хвоща, в якому знаходиться багато кремнекислоти.

Для приготування препарату необхідно приготувати відвар з сухої маси хвоща. Виготовлення відвару: 40–42 г сухої маси хвоща залити водою, кип'ятити 20 хв., охолодити, перецідити і в співвідношенні однієї частини відвару на 19 частин води виготовити розчин. Активізація відбувається так, як під час виготовлення препарату № 500. Цим препаратом обприскується поле проти всіх грибкових хвороб (іржі, борошнистої роси, особливо на ранніх стадіях росту розсади овочевих культур).

10. Комплексний біодинамічний препарат Марії Тун. Розроблений німецькою дослідницею Марією Тун разом із американським фермером і дослідником Еренфрідом Пфайфером. За основу береться коров'ячий

гній, який пройшов певний період активації п'ятьма біодинамічними компостними препаратами (№ 502–507), базальтовою мукою та порошком зі шкаралупи домашніх курячих яєць. Для приготування цього препарату потрібно до 2-х років. Від застосування цього препарату ґрунт стає внутрішньо активним, що сприяє покращенню діяльності ґрунтової біоти – тобто препарат виступає природним біостимулятором. Верхній родючий шар ґрунту активніше і швидше перетворюється на гумус, значно покращується поверхнева та глибинна аерації, що сприяє кращому розвиткові рослинності на обробленій цим препаратом ділянці і підвищує врожайність. Оскільки саме цей препарат є композитним, то для його утворення використовується повний спектр біодинамічних препаратів. Тільки цей препарат є природним органічним балансиром для всіх інших біодинамічних препаратів при їхньому спільному використанні під час компостування. Завдяки правильній та збалансованій дії базальтової муки та яєчної шкаралупи в складі цього препарату значно зменшується негативний вплив радіоактивного стронцію та цезію на поверхню ґрунту на заражених радіонуклідами територіях, що було неодноразово підтверджено біодинамічними фермерами в усьому світі. Для одноразового обробітку 0,05 га площі потрібно всього 12 грамів цього препарату.

Важливим аспектом успішного ведення господарювання біодинамічним методом є поєднання знань з біодинаміки та біоритміки природи. У житті рослин Космос відіграє роль гігантського регулятора, що визначає всі процеси, які відбуваються в них. Місяць, Сонце, всі інші планети Сонячної системи посилають до них свої видимі, а більшою мірою – невидимі промені. Академік В. І. Вернадський стверджував, що людство освоїло лише 40 % всіх космічних випромінювань, хоча і вони, і всі інші постійно віддають свої «непомітні накази», що «вмикають» і «вимикають», послабляють та підсилюють фізіологічні процеси в усіх організмах на нашій планеті. Але сила цих наказів різна, в залежності від руху небесних світил. Ситуація на небі змінюється з кожною годиною, і в кожен момент часу вона – єдина і неповторна. Відповідно до ситуації, що відбиває взаємне розташування планет Сонячної системи і сузір'їв зодіаку, змінюється і характер космічного впливу на рослини.

Щоб враховувати всю повноту впливу різноманітних факторів, прихильники біодинамічного землеробства використовують спеціальні календарі, показники яких дещо відрізняються від показників звичайного і місячного календарів. Такі календарі складаються щорічно на підставі спостереження за видимим рухом планет. Згідно з цими спостереженнями і подаються рекомендації щодо проведення щоденних робіт з догляду за всім, що проростає з ґрунту.

Досвід розвитку біодинамічного землеробства в країнах Західної Європи засвідчує позитивні результати щодо залежності врожаю кукурудзи від 18- та 6-річних циклів Місяця. Так, піки максимальних врожаїв дійсно повторюються кожні 18–19 років і охоплюють послідовно 5–8-річні цикли, що відповідає часу мінімальних місячних деклінацій.

Земля – космічне тіло, а це означає, що вона теж має своє випромінювання і його визначену ритміку: добову та сезонну. Сезонна ритміка є більш відомою і очевидною, а от добова ритміка менш відома, і її найчастіше порівнюють з подихом. У ранковий час відбувається «видих» – випромінювання спрямоване назовні, у післяобідній час – «вдих», поглинання Землею космічних випромінювань. Уночі – відпочинок. От чому ранковий час є найбільш сприятливим для збору всього того, що призначено для сушіння. У цей же час доцільно викопувати саджанці і перенести їх до вечора куди-небудь у прохолодне місце. А післяобідній час і вечір є найкращими періодами для посадок. Але всі ці космічні впливи знов-таки повніше можуть проявитися лише в рослин, що виросли на збалансованому органічному харчуванні. Якщо такої збалансованості нема, то рослини ростуть хаотично, а якщо таку нібито «збалансованість» ми надолужуємо мінеральними добривами, то рослини перетворюються на своєрідних «наркоманів». Продукти харчування, вирощені на Землі, де використовуються біодинамічні препарати, найкращим чином засвоюються організмом тварин та людей і надають їм стабільних динамічних імпульсів, а не відкладаються в організмі шлаками. Все, що росте на Землі, обробленій біодинамічними препаратами, – росте здоровим із найменшою схильністю до захворювань.

Власне, наведена вище космічна сутність біодинаміки накладає певний відбиток на умови застосування і зберігання біодинамічних препаратів:

1. Препаратами можна обробляти будь-які органічні добрива (гній, компост, гноївка).

2. Немає значення скільки часу препарати будуть у добривах, але вони повинні бути внесені в добрива до того, як добрива вноситимуться в ґрунт.

3. Всі препарати, окрім № 507, під час приготування не можна розміщувати в землі поруч. Між ними повинна бути певна відстань.

4. Глибина знаходження компостних препаратів в землі повинна становити 50–60 см.

5. Не допускати, щоб препарати знаходилися в воді чи заболоченому місці (окрім препарату № 505). Якщо така загроза існує, то внизу ями, де планується закопати препарати, треба зробити дренаж.

6. Ґрунт над препаратами повинен заростати зеленню.

7. Загортати препарати в гнойову чи компостну купи треба на глибину половини висоти купи, щоб на всю купу розподілялося випромінювання від цих препаратів.

8. Препарати необхідно розміщувати в купах не в одному місці, а рівномірно по всій купі, щоб випромінювання від одних препаратів негативно не діяли на випромінювання інших. Щоб внести препарат в компостну яму чи траншею необхідно зробити отвори, в яких розмістити препарат у вигляді горошинок. Ці отвори щільно закрити компостом.

9. Препарати можна вносити в ями один після одного відразу.

10. Витягувати кожен препарат зі склянки необхідно окремими дерев'яними паличками або окремими нержавіючими ложечками.

11. Готові препарати після виймання їх з землі навесні для зберігання треба переносити нержавіючими ложечками в окремі чисті скляночки. Помістити і зберігати препарати можна в дерев'яному ящику, з усіх боків обсипаному торфом, оскільки торф в природі є мертвою субстанцією. Товщина шару торфу між окремими скляночками з препаратами повинна бути не менше 8 см. Під час зберігання та використання препаратів треба стежити, щоб в середину не потрапив торф або ґрунт.

12. Щоб препарат під час його приготування в землі не пошкодили тварини, потрібно засипати його землею на половину, а потім прикрити дошкою і повністю засипати землею, зарівнявши місце.

13. Всі компостні препарати потрібно закопувати в ґрунт наприкінці вересня – початку жовтня, коли літнє атмосферне тепло зменшується (приблизно 29 вересня – на Михайла), і викопувати на Великдень.

Кожне селянське господарство – це єдине ціле, цілісний організм зі своєю неповторною індивідуальністю і своїм особливим живим світом, або ж маленька модель великого світу природи, тому необхідні умови існування такого господарства – різноманітність зростаючих в ньому рослин. Це стосується не тільки культурних рослин. Вони повинні гармонійно поєднуватися з іншими елементами природи: ставком, природно зростаючими травами, навіть бур'янами.

Умілий підбір і чергування культур допоможуть раціональному використанню поживних речовин у ґрунті, захистять рослини від несприятливих умов, зокрема за допомогою задерніння і мульчування. Адже рослинний покрив служить зеленим добривом, що збагачує ґрунт органічними речовинами і азотом; крім того, він пригнічує бур'яни, захищає від засухи. А якщо мульча складається з біодинамічних трав, вона навіть допоможе очистити ґрунт від хвороб і шкідників.

Біодинамічні трави входять до складу багатьох препаратів, які готуються з різних рослин, гною і кварцу й особливим чином піддаються ферментації в землі. Застосовуються вони в гомеопатичних дозах. Одними

біодинамічними препаратами стимулюють ґрунтові мікробіологічні процеси і зростання коріння, іншими – фотосинтез листя. Є і такі, які вносяться до компостної купи для прискорення процесу компостування. Вони роблять рослини здоровішими і стійкішими до хвороб і шкідників, продовжують зберігання овочів і фруктів. Важливо, що деякі з цих засобів можна приготувати самостійно.

Цілком природно, що керування біодинамічним господарством має відбуватися з урахуванням природних циклів біологічної енергії, за якими і визначається час для тих або інших сільськогосподарських робіт. У сучасних європейськіх школах біодинаміки впродовж багаторічного досвіду ведення господарства сформовані наступні рекомендації для людей, які намагаються започаткувати біодинамічне господарство:

• Відмова раз і назавжди від застосування пестицидів. Застосовання натуральних способів боротьби зі шкідниками.

• Регулярне удобрення ґрунту органічними речовинами, які є запорукою здоров'я рослин. При цьому для приготування компосту може бути використана (а не викинута чи спалена) будь-яка органіка: рослинна маса, зокрема бадилля, відходи з домашньої кухні та ін.

• Прагнення до природного біорізноманіття через «здичавлення» одного з віддалених і невеликих за площею куточків садиби (чагарники, бур'яни, дерева, трави). Ці чагарники стануть біотопом для їжаків, птахів та інших природних ворогів шкідників. А дикорослі трави виконуватимуть функцію біодинамічних, зокрема для приготування настоїв, зелених добрив і компосту.

• Прагнення до різноманітності культур на ділянці, що сприятиме встановленню біологічної рівноваги. Зокрема, краще садити разом чагарники і багаторічні рослини, цибулинні й ароматичні, однорічні та ґрунтопокривні, що дозволить запобігти розповсюдженню хвороб, характерних для сільського господарства інтенсивного типу.

• Використання для захисту одних рослин інших. Зелені «охоронці», наприклад цибуля або часник, захистять інші рослини від різноманітних шкідників, зокрема гризунів.

• Залучення до біодинамічної ділянки представників тваринного світу, зокрема птахів, за допомогою зроблених годівниць і будиночків. Крім того, зберігаючи на зиму купу спиляних гілок, можна створити ідеальний притулок для деяких тварин, наприклад їжаків, особливо в зимовий період. А великі камені на ділянці, прогріті сонцем, «заселять» комахи і ящірки.

• Вибір рослин з урахуванням клімату і мікроклімату, індивідуальних особливостей ділянки, зокрема складу ґрунту, а також прагнення до якомога більшого біологічного і ландшафтного різноманіття ділянки.

Таблиця 3.4.3.1

Біометричні показники рослин васильків справжніх перед збиранням врожаю залежно від застосування біодинамічних препаратів

Біодинамічні препарати	Рік дослідження		Середнє за роки
	2012	2013	
Висота рослини, см			
Без обробки (контроль)	27,4	31,2	29,3
Препарат кропиви дводомної	41,8	48,9	45,4
Препарат валеріани лікарської	36,5	39,6	38,1
Препарат хвоща польового	32,4	34,2	33,3
Діаметр кореневої шийки, см			
Без обробки (контроль)	0,6	1,1	0,9
Препарат кропиви дводомної	1,1	1,8	1,5
Препарат валеріани лікарської	1,1	1,4	1,3
Препарат хвоща польового	0,9	1,2	1,1
Діаметр рослини, см			
Без обробки (контроль)	26,9	32,6	29,8
Препарат кропиви дводомної	35,6	38,4	37,0
Препарат валеріани лікарської	35,4	37,3	36,4
Препарат хвоща польового	34,2	35,2	34,7

Зважаючи на зростаючу актуальність застосування біодинаміки, на кафедрі екології та безпеки життєдіяльності Уманського НУС розробляються окремі прийоми біодинамічної технології. Зокрема, впродовж останніх років доцентом О. В. Василенко за біометричними параметрами були досліджені рослини васильків справжніх, вирощенні із застосуванням біодинамічних препаратів кропиви дводомної, валеріани лікарської, хвоща польового (табл.3.4.3.1).

Як видно з рис 3.4.3.1. на врожай культури найбільш ефективно впливає препарат кропиви дводомної, при застосуванні якого відмічено істотний приріст урожайності до контролю – 10,3 т/га.

Крім того, в результаті проведення досліду встановлено, що рослини оброблені препаратом кропиви дводомної, мали найкоротші міжфазні періоди – початок цвітіння вдруге спостерігався на 92 добу після появи повних сходів, що менше за контроль на 14 діб.

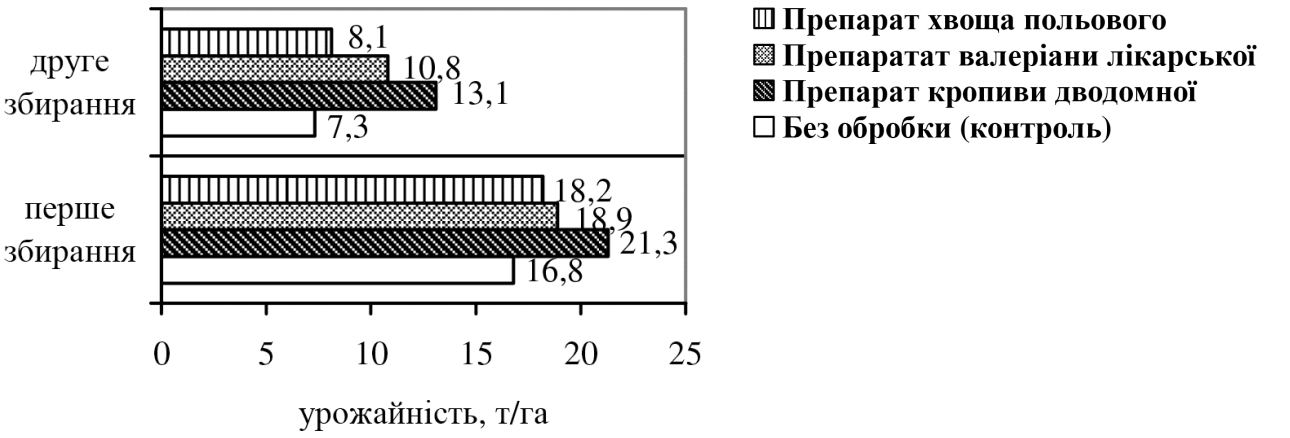


Рис. 3.4.3.1. **Динаміка надходження врожаю рослин васильків справжніх залежно від застосування біодинамічних препаратів (середнє за 2012–2013 рр.)**

Визначення чистої продуктивності фотосинтезу показало, що у досліджуваних рослин васильків справжніх цей показник був майже на одному рівні з різницею у 0,2–0,4 г/м^2 за добу. Так, у контрольному варіанті він був 6,4 г/м^2 за добу, що є меншим на 0,4 г/м^2 за добу, ніж у варіантах обробки рослин біодинамічними препаратами.

І що найважливіше, у варіантах із застосуванням біодинамічних препаратів для вирощування васильків справжніх спостерігаються вищі показники вмісту у зеленій масі сухих речовин і ефірних олій та нижчі показники нітратного забруднення, що свідчить про високу екологічну якість кінцевої товарної продукції.

Головне для біодинамічного господаря – розуміти процеси, що відбуваються в природі, ґрунті і рослинах, уміти використовувати взаємозв'язки земної і космічної енергії, особливості клімату і ландшафту. Якоюсь мірою можна сказати, що біодинаміка – це звернення до досвіду наших предків, тільки вже на новому, сучасному рівні. «Матінка Земля», «Земля-годувальниця» – саме так шанобливо називали землю в давнину селяни. Зробити свою ділянку землі родючою, такою, що дарує здорові, смачні плоди, може кожен фермер, дачник, власник присадибної ділянки. Потрібно тільки дати можливість самій землі жити за її ж власними правилами, за законами природи.

3.5. Біологічна утилізація органіки як перспективний напрямок екологічної конверсії в агросфері

Більшість побічних продуктів землеробства, рослинництва, тваринництва і відходів виробництва, що утворюються після переробки сільськогосподарської сировини, характеризуються цінним хімічним складом і можуть бути використані для виготовлення різної продукції, необхідної у інших галузях. Велика частина відходів може бути використаною на корм

худобі або для подальшої переробки з метою отримання цінних хімікатів, харчових і кормових домішок, вітамінів, антибіотиків та інших біологічно активних препаратів.

Так, при переробці зерна отримуються побічні продукти – висівки, мучка, зародок, які мають велику харчову цінність для людини, оскільки містять значну кількість вітамінів і мікроелементів.

При переробці сировини тваринного походження, наприклад, на м'ясопереробних підприємствах, здійснюється збір крові, кишкової сировини, збір і обробка ендокринноферментної та амінокислотної сировини, отримуються кормові продукти, ферментні елементи, кормове борошно, сухий рослинно-тваринний корм, шкіри, перо птахів, роги і копита для виробництва мистецьких виробів і багато іншого.

При переробці сировини рослинного походження, наприклад, патоки-меляси, що є відходом цукрового виробництва, виробляють етиловий спирт, гліцербетаїн, харчові і кормові дріжджі, харчові кислоти (лимонну і молочну), глютаміновую кислоту, глютамат натрію, вітамін В12, розчинники.

З бавовняного лушпиння і стрижнів качанів кукурудзи виробляють кормові дріжджі, фурфурол, етиловий спирт, тетрагидрофуріловий спирт, фуранові сполуки, оцтову кислоту, харчову глюкозу, сухі корми для тварин. З барди (відходів пивоварного виробництва) – хлібопекарські дріжджі, гліцерин, бетаїн, кормові дріжджі, вітамін В12, сірчанокислий амоній, глютамат натрію, біомізін, корм для худоби.

Але найбільшу цінність як в біосферному, так і в енергетичному сенсі являє собою біологічна конверсія численних відходів тваринницьких і птахоферм. За оцінками кожна велика птахоферма виробляє на добу до 300 тонн посліду, більша частина якого не переробляється, а накопичується поблизу, утворюючи «гнойові озера» без ознак життя. Те ж саме спостерігається на тваринницьких фермах. Пташиний послід і гній як добриво втрачають свої цінні властивості і являють постійну загрозу довкіллю. Проте існують сучасні технології конверсії гною та інших органічних решток, що утворюються в агросфері, у цінне добриво або паливо.

3.5.1. Сучасний досвід екологічної конверсії у сільському господарстві

Втілення у сільськогосподарське виробництво біотехнологічної переробки відходів рослинництва і тваринництва з отриманням у якості кінцевого продукту біогазу та високоякісних органічних добрив повністю відповідає сучасним світовим трендам енергоефективності та ресурсозбереження.

Але ще одним суто екологічним аспектом впровадження біоконверсії є здійснювана нею боротьба з надходженням парникових газів у атмосферу. В середньому 1 м^3 біогазу з гною тварин містить 60 % метану. При

неконтрольованому бродінні відходів тваринництва газоподібні продукти потрапляють у повітря. Збільшення вмісту метану в атмосфері негативно впливає на природні процеси внаслідок інтенсивного забирання теплового випромінювання Землі в інфрачервоній області спектра, – метан займає друге місце у створенні парникового ефекту після діоксиду вуглецю. Вклад метану у парниковий ефект становить близько 30 % від величини, яка прийнята для діоксиду вуглецю. З ростом вмісту метану змінюються хімічні процеси в атмосфері, що може привести до зміни клімату та погіршення екологічної ситуації.

За 15 місяців свого росту теля набирає близько 500 кг ваги і виділяє в атмосферу кількість метану, еквівалентну, з точки зору парникового ефекту, 75 тис. км пробігу середнього автомобіля, що в 5 разів більше, ніж машина проїжджає за той же час. При цьому великої рогатої худоби на Землі приблизно 1,3 млрд – удвічі більше, ніж автомобілів. Виходить, що тваринництво генерує парникові гази в набагато більшій кількості, ніж автомобілі. При цьому, як правило, величезна кількість гною сконцентрована на невеликих площах, що призводить до виділення метану з відкритих сховищ у величезній кількості і, як наслідок, посилення парникового ефекту.

В той же час в умовах сучасної енергетичної кризи та залежності нашої країни від імпортного природного газу кількість енергії, що міститься у біогазі є, принаймні, доцільною до використання. Згідно з Г. Біньковською (2009) лише на території Одеської області потенційний сумарний об'єм біогазу за 2009 рік з гною великої рогатої худоби, свиней, овець, кіз і декількох основних видів птахів дорівнює 2549,9 млн $м^3$, що в перерахунку на енергетичний еквівалент становить 5099,8 млн квт/год.

Досліджено, що енергія, яка міститься в рослинних кормах, використовується сільськогосподарськими тваринами з низьким коефіцієнтом засвоєння. В продукти тваринництва переходить лише 16–17 % енергії рослинних кормів, 25–26 % її витрачається на перетравлення і засвоєння, значна частка (близько 57 %) енергії переходить у гній. Високий енергетичний потенціал гною дає можливість використовувати його у якості поживного субстрату для інших організмів. Зокрема, його можна застосовувати для годівлі тварин та одержання палива. Так, відповідно перероблений на метан гній від 50 свиней у 15-градусний мороз опалює приміщення площею 20 $м^2$, а влітку нагріває близько тонни води. Доведено, що сухий курячий послід має майже таку ж калорійність, як дерево.

Зокрема, *канадська технологія* утилізації курячого посліду передбачає одночасне з процесом сушіння його подрібнення. При цьому знищення бактерій відбувається переважно за рахунок дії кінетичної енергії та енергії нагріву часток під час їхнього удару об відбивні пластини. Такі

численні удари піднімають температуру часток, а механічний вплив зламує стінки клітин бактерій що спряє пастеризації кінцевого продукту. У підсумку рівень неприємного запаху висушеного таким чином гною набагато нижчий. Завдяки такій технології група канадських компаній випускає устаткування для перетворення курячого посліду на сухе паливо і отримання теплової та електроенергії. Для використання такого альтернативного палива сконструйовані спеціальні пилові топки, головні характеристики яких наступні:

- відповідають найжорсткішим екологічним стандартам спалювання з нульовим рівнем CO і екстремально низьким значення NOx;
- повне спалювання біомаси (100 % біологічного складу);
- ефективність, стабільність і керованість такі ж, як у топки, що працює на натуральному газі;
- здатність працювати одночасно на суміші палива порошкоподібного, рідкого, газоподібного;
- рівень шуму менше 85 децибел;
- компактний дизайн, що робить топки значно менше і дешевше, ніж при інших технологіях, і дозволяє використовувати їх як джерело тепла в різних індустріальних нагрівачах і енергосистемах.

Італійська технологія промислового виробництва штучного гумусу з органічних відходів птахівництва базується на сучасних теоретичних уявленнях про структуру і динаміку природного носія грунтової родючості – гумусу. Згідно з цим уявленням, «діючий» початок гумусу і той, що визначає його високу біологічну активність, забезпечується макроциклічними комплексами органічних природних речовин, головним чином гумінових кислот з іонами перехідних металів (Fe, Cu, Mn) і лужноземельних елементів (Ca, Mg). Ці фрагменти, зв'язуючись своїми активними групами (-OH, -COOH, NH_2) з комплексоутворюючими іонами, утворюють кластерний ланцюжок із досить міцних трубчастих макромолекул. Такі комплекси, що включають повний набір живильних речовин, забезпечують рослини всіма необхідними речовинами для інтенсивного зростання і розвитку.

При переміщенні сировини в реакторі відбувається подрібнення, змішування сировини, попередня сушка і гумізация (прискорена до 10 разів порівняно зі звичайним електролізом), знезараження органічних мас, структуризація води, перетворення частини шкідливих речовин і газів (меркаптанів, аміаку, сірководня та ін.) на корисні речовини за рахунок дії на кожну молекулу за усим об’ємом речовини електромагнітного каталізатора, температури і водню. Реактор забезпечує:

- подрібнення сировини і реагентів до розміру частинок не більше 20 мкм;
- отримання гомогенної суміші;

- отримання біологічно активних металоорганічних сполук перехідних металів (Fe, Cu, Mn) і лужно-земельних елементів (Ca, Mg) з фрагментами натуральних органічних сполук.

- дегідратацію добрива до вологості не більше 30 %;

- можливість заміни електродної системи у міру її зносу за час не більше 10 хвилин.

Далі вже знезаражені (повністю пригнічується патогенна мікро- і макрофлора, насіння бур'янів втрачає схожість, усувається запах) гранульовані добрива подаються в лінію розфасовки в мішкоподібну тару для подальшого складування і реалізації. Рідка фракція, що утворилася в процесі виробництва гранульованих добрив, за допомогою системи водовідведення прямує в ємності – відстійники. «Витягнута» з газоподібної фази структурована вода може знайти гідне застосування як в сільськогосподарській практиці, так і в інших сферах.

Відмінною рисою пропонованого способу отримання гумусоподобного добрива від відомих аналогів є багаторазове прискорення утворення макрокомплексів в умовах дії на субстрат електричних полів, а також істотне зниження (до 10 разів) питомих енерговитрат на отримання кожної тонни гранульованого органічного добрива.

З аналізу наведеного досвіду переробки відходів тваринництва, технологічний процес біоконверсії гною узагальнено складається з шести етапів:

• 1 етап – підготовка початкової сировини для процесу анаеробного зброджування. Гній завантажується в приймальну ємність, об'єм якої дорівнює добовій дозі завантаження біореактора, потім підігрівається і витримується впродовж доби. Підігрів початкової сировини здійснюється до температури рівній температурі зброджування її у термофільному режимі. На цьому етапі гетерогенна група анаеробних бактерій «первинні анаероби» піддають ферментативному гідролізу складні багатовуглецеві речовини. Результатом діяльності цих мікроорганізмів є підготовка гною до анаеробного зброджування.

• 2 етап – «якісне» зброджування в анаеробних умовах. В процесі зброджування виділяється біогаз, що містить до 60–80 % метану. Біогаз використовують для отримання електроенергії або теплоносія (гарячої води). Зброджений гній позбавлений різкого запаху, знезаражений від патогенної мікрофлори, а насіння бур'янів, що знаходиться в ньому, повністю позбавлене схожості. Під час метанового зброджування гною хімічні сполуки, що містяться в ньому, мінералізуються, внаслідок чого практично повністю зберігаються поживні речовини. Зокрема, хімічні сполуки азоту, фосфору і калія переходять в доступніші для засвоєнння форми культурними сільськогосподарськими рослинами. Вміст поживних речовин в збродженому гною (15 % вологості) складає: азоту – 8–12 %, фос-

фору – 8–10 %, калія – 2–4 %. В ньому також міститься більше 30 різних макро- і мікроелементів, необхідних для повноцінного розвитку рослин.

У процесі анаеробного зброджування в гної відбувається розвиток мікроорганізмів р. *Bacillus i Staphylococcus*, для яких характерна здатність продукувати антибіотичні речовини і пригнічувати зростання фітопатогенних грибів і патогенних мікроорганізмів. Зокрема, культури *Bacillus pumilus i Staphylococcus hominis* пригнічують фітопатогенні гриби роду *Fusarium sp., Bipolaris sp., Sclerotinia sp*. більш ніж на 50–80 %. Представники р. *Bacillus,* розвиваючись в різосфері рослин, використовують кореневі виділення, забезпечуючи швидку хелатізацию мінеральних солей, знімаючи «іонну блокаду» кореня, що виникає в результаті надлишків іонів. Крім того, бактерії р. *Bacillus*, здатні стимулювати зростання і збільшувати урожай рослин.

Діяльність бактерій метаногенной асоціації, що здійснюють анаеробне зброджування, веде до насичення збродженого гною гумусовими і гуміновими речовинами, синтезу вітамінів В1, В2, В6, В12 і рослинних гормонів, – індолілуксусной кислоти, гіббереліну, зеатіну і попередника індолілуксусной кислоти – триптофану. В результаті дія отриманих добрив виходить на абсолютно новий якісний рівень.

• 3 етап – розділення на рідку (вологістю 98–99 %) і тверду (органіка) фракції в дві стадії. На першій стадії відбувається виділення зі збродженої маси близько 70 % рідини, на другій стадії вологість твердої фракції доводять до 50–55 %. Для цього використовують спеціальні розділові пристрої, що дозволяють досягати поставленої мети з найменшими витратами енергії.

• 4 етап – приготування гранульованих органічних добрив у так званий спосіб вологого гранулювання. З цією метою використовується шнековий прес із збірною пресуючою матрицею, що складається з двох частин: пресувальної і релаксаційної. Це дозволяє отримувати гранули з твердої фракції збродженого гною вологістю 55–60 % зі сприятливими для засвоєння рослинами фізико-механічними властивостями. Спосіб вологого гранульованого зародження гною дозволяє отримувати гранули, які за розміром, щільностю, міцністю і крихкістю повністю задовольняють вимогам технічних умов на гранульовані добрива.

• 5 етап – сушіння гранульованих добрив. В результаті процесу гранулювання отримані гранули нагріваються до температури 70–80 ^{o}C, їх вологість складає 40–45 %. Для доведення гранул до товарного вигляду (вологість 10–15 %) застосовується процес низькотемпературної сушки гранул з використанням теплогенератора, який працює на біогазі, що забезпечує економію енерговитрат і робить увесь технологічний цикл замкненим.

• 6 етап – отримання білково-вітамінного концентрату. Рідка фракція зброджeного посліду, отримана на етапі розділення посліду на фракції, багата бактерійним білком (бактерії метаногенной асоціації). Ці бактерії характеризуються високим вмістом тваринного білка (68–74 %). На цьому етапі переробки з рідкої фракції зброджeного посліду способом сепарації виділяються бактерії метаногенної асоціації.

Крім наведеного вище і добре технологічно відпрацьованого, серед альтернативних методів утилізації відходів сьогодні активно застосовуються наступні: вивіз на поля нативного посліду, гною або стоків, компостування, переробка гною і посліду на корм, застосування біоенергетичних методів і нових технологій утилізації посліду, створення біологічних рибоводних ставків та ін.

Вивіз на поля – найбільш відомий з давніх часів спосіб, притаманний екстенсивним формам ведення господарства. Здавна при екстенсивному господарюванні корів з невеликими удоями утримували перш за все для отримання гною. Концентрація худоби на одиницю земельних угідь була дуже низькою. Гній накопичували біля ферми або вивозили на поля, де він поступово перетворювався на перегній. Сьогодні при такому способі внесення виникає наука проблем. По-перше, перевезення величезної кількості стоків (вміст сухої речовини 2–5 %) вимагає чималих коштів, по-друге, ґрунт, підземні і поверхневі води заражаються інвазивними, інфекційними і токсичними елементами, по-третє, це веде до накопичення нітратів, міді і цинку в зерні, траві і водних джерелах. У зв'язку з цим в деяких штатах США, наприклад, заборонили застосування нативного пташиного посліду як добрива.

Компостування як метод утилізації вимагає спеціальних майданчиків, техніки і великої кількості торфу, соломи й інших матеріалів, що знижують вміст вологи. При дотриманні технології отримують біогумус високої якості, проте до 30–40 % живильних речовин втрачається у вигляді газів. Основні способи компостування можна розглянути на прикладі курячого посліду. На майданчик насипають купку торфу шаром 30–40 см (використовують навантажувачі, тракторні причепи, автосамоскиди), поверх неї – послід (при вологості посліду 75 % і торфу 65 % співвідношення 1:1). Потім все перемішують і за допомогою бульдозера формують бурт. Ширина компостного бурту – 3–4 м, висота – 2, довжина – не менше 6–8 м. Зверху бурт вкривають торфом. У холодну пору року компост зберігають протягом двох, в теплу – одного місяця. Технологія передбачає циклічне змішування на похилій плоскості бурту торфу з напіврідким послідом, що забезпечує рівномірний біотермічний процес. Цей спосіб дозволяє в 2–3 рази зменшити терміни компостування, надійно знезаразити добриво і максимально понизити активність насіння бур'янів.

Для отримання за американською технологією препарату «Фермвей» в цегляну будівлю завантажують заздалегідь приготовану на майданчику з твердим покриттям торфопослідну суміш (1:1). Після завантаження масу спеціально обдувають, що викликає бурхливий розвиток термомезофільних бактерій. Процес триває 5–7 днів. Для поліпшення товарних якостей продукту його допрацьовують на дезинтеграторі, дозаторі, стерилізаторі-збезводнювачі, грануляторі. У технологічній лінії є прилади контролю температури, вологості та вмісту кисню в повітряному середовищі аерації. Фермвей використовують в США як органічне добриво, підстилку для тварин і птахів, а також включають в раціони бичків на відгодівлі. Прискорюють переробку посліду штами бактерій або грибків під загальною назвою «Ефективні мікроорганізми». В особистих і присадибних господарствах великий попит має висушений курячий послід (пудрет). Питома маса посліду обернено пропорційна вмісту сухої речовини. У клітках послід вологіший.

Послід як корм. Оскільки близько 40 % живильних речовин корму не перетравлюється і виділяється з послідом, виникла ідея використовувати його для годування тварин і птахів. При високих температурах курячий послід знезаражували, видаляли з нього перо, пух і насіння бур'янів. Отриманий продукт, що містить 20–30 % сирого протеїну, в суміші з комбікормом давали бичкам. При заміні 33 і 50 % концентратів пудретом отримували добові прирости 870–896 г.

В Англії пташиний послід ферментують, обробляють мурашиною кислотою і з добавками меляси згодовують бичкам. У фірми «Делаваль» є більше 30 варіантів біологічного знезараження гною. По одній з технологій гній направляють транспортером в центрифугу, де до 95 % зважених частинок відокремлюють від вологи. Тверду фракцію з 36 % сухої речовини витримують 3 місяці в спеціальному сховищі, потім гранулюють і дають худобі разом із силосом.

Застосовують гній для приготування спеціальних силосів – вестлажа і навосажа. У США, наприклад, роблять наступні суміші: 57 % коров'ячого гною і 43 % сіна; 42 % роздробленої кукурудзи, 12 % кукурудзяного силосу і 40 % свинячого гною. При відгодівлі бичків використовують близько 0,5 млн т сечовини, яку частково замінюють пташиним послідом як в чистому вигляді, так і з тирсою. Вівці і кози охоче поїдають вестлаж з 40 % гною великої рогатої худоби, 12 % сінної різки і 12 % роздробленої кукурудзи. Рідку фракцію гною в аеротенках мікробіологічним методом перетворюють на білок одноклітинних, який осідає у вигляді активного мула.

У Молдавії свинячий гній вологістю 80–85 % піддають кислотному гідролізу. Тверда фракція (лігнін) йде на добриво, а рідка – для отримання кормових дріжджів. Технологія їх культивування нескладна, але культу-

ральна рідина містить велику кількість хлоридів і сульфатів, від яких важко позбавитися. Гідробаротермічний метод вимагає великих енергетичних витрат і дорогого устаткування з неіржавіючої сталі, і це робить його нерентабельним.

У Канаді для підготовки до згодовування гній заздалегідь змішують з соломою, потім засівають спорами грибів. В результаті отримують високобілковий корм, придатний для їжі не тільки жуйним, але і моногастричним тваринам. Останнім часом, щоб зменшити виділення азоту і фосфору, застосовують ферменти, що підвищують перетравлюваність і засвоєння поживних речовин.

Добавка ферменту з фітазою на кожних 100 кг сухої речовини дає додатково 2,85 кг поживих речовин, 2,81 кг сирого протеїну і на 1000 ккал – 14,6 ккал, відповідно знижуючи їх надходження в зовнішнє середовище.

У Європі, щоб скоротити виділення аміаку, азоту і фосфору та поліпшити перетравлюваність кормів, використовують кристалічні амінокислоти. При ретельнішому розрахунку раціонів по доступних і синтетичних амінокислотах можна на відгодівлі свиней знизити частку сирого протеїну в комбікормі з 17,6 до 14,5 %. При вирощуванні підсвинків з 25 до 55 кг, зокрема, заощаджується 2,2 кг сирого протеїну на кожному поросяті і на 350 г зменшена кількість аміаку, що виділявся. Зростання якості кормів і заміна антибіотиків, наприклад маннонолігосахарозою, також підвищує перетравлюваність кормів і засвоюваність амінокислот. Добавка до корму екстракту з юки (деодорази) збільшує прирости свиней на 9,4 %.

Біоконверсія в даний час є також найбільш перспективним способом утилізації *рослинних відходів сільського господарства*. Суть такої технології полягає в тому, що сировинні компоненти (відходи) – складні полісахариди, що містять пектинові речовини, целюлозу, геміцелюлозу й ін., піддаються дії комплексних ферментних препаратів, пектіназу, що містять, геміцеллюлазу і целюлазу. Ферменти є очищеним позаклітинним білком і здатні до глибокої деструкції клітинних стінок і окремих структурних полісахаридів, тобто здійснюється розщеплювання складних полісахаридів на прості з подальшою побудовою на їх основі легкозасвоюваного кормового білка.

Як початкові сировинні компоненти можуть бути використані наступні відходи:

1. Рослинні компоненти сільськогосподарських культур: стебла зернових і технічних культур, кошики і стебла соняшнику, льняна костриця, стрижні кукурудзяних качанів, картопляна мезга, трава бобових культур, відходи сінажу і силосу, відходи виноградної лози, чайних плантацій, стебла тютюну.

2. Відходи зернопереробної промисловості: висівки, відходи при очищенні і сортуванні зернової маси (зернові відходи), зернова смітна домішка, травмовані зерна, пророслі зерна, насіння дикорослих рослин, некондиційне зерно.

3. Відходи консервної, виноробної промисловості та фруктові відходи: шкірка, насінні гнізда, дефектні плоди, витерки і вичавки, відходи винограду, відходи кабачків, обрізані кінці плодів, макуха, дефектні кабачки, відходи зеленого горошка (бадилля, стулки, розсип зерен, биті зерна, шматочки листя), відходи капусти, буряка, моркви, картоплі.

4. Відходи цукрової промисловості: буряковий жом, меляса, рафінадна патока, фільтраційний осад, буряковий бій, хвостики буряка.

5. Відходи пивоварної і спиртної промисловості: суміш ячменю (некондиційні зерна ячменю, полова, солома й ін. домішки), полірувальні відходи, частинки подрібненої оболонки, ендосперма, биті зерна, солодовий пил, пивна дробина, меляса, крохмалисті продукти (картоплі та різних видів зерна), післяспиртова барда, брага.

6. Відходи чайної промисловості: чайний пил, волоски, черешки.

7. Відходи ефірно-олійної промисловості: відходи трав'янистої і квіткової сировини.

8. Відходи олійно-жирової промисловості: соняшникове лушпиння, бавовняне лушпиння.

9. Відходи кондитерської та молочної промисловості.

Таким чином, будь-яка рослинна сировина і її похідні як лігноцелюлозне джерело доступні для мікробіологічної біоконверсії у вуглеводно-білкові корми і кормові добавки.

В процесі біоконверсії в некондиційних компонентах знищуються хвороботворна мікрофлора, яйця гельмінтів, збудники важких захворювань (бруцельоз, туберкульоз, холера, тиф і ін.), а також і шкідливі паразитуючі прості (аскариди, солітери й ін.). При цьому кормова цінність некондиційної сировини після відповідної обробки перевищує кормову цінність кондиційних аналогів в 1,4–1,8 разів.

Ключовим елементом технологічного ланцюга при переробці рослинних відходів, так само як і тваринних, є біореактор, в якому здійснюється процес мікробіологічної біоконверсії відходів в корми. Реактори є універсальними і дозволяють працювати з будь-якою сировиною і отримувати різні кормові домішки. Після завершення процесу біоконверсії кінцевим продуктом можуть бути готові добрива, сухе і рідке паливо, кормові домішки та інші продукти, які визначатимуть перспективу екологізації сільського господарства на найближчі десятиліття.

Природним аналогом біохімічних реакцій, що відбуваються у біореакторі, є процеси травлення у деяких простих організмів, наприклад, у до-

щових черв'яків (рослинні рештки) і личинок м'ясної мухи (тваринні рештки). Головною ж відмінністю «природних» біореакторів є їхня більша екологічність, оскільки в процесі такої біоконверсії не відбувається вторгнення в біологію тварин, бо людина контролює лише вхід (рослинні тваринні рештки) і вихід (біогумус, високопротеїнові корми) системи.

3.5.2. Вермитехнологія як важливий напрямок біоконверсії сільського господарства

Вермикультивування – один з нових напрямів біотехнології, що полягає в промисловому розведенні деяких форм дощових черв'яків. Формування й розвиток його зумовлені можливістю вирішення на біологічній основі важливих екологічних завдань – утилізації органічних відходів, виробництва високоякісного чистого органічного добрива, підвищення родючості ґрунту, вирощування екологічно безпечної продукції рослинництва, істотного обмеження забруднення навколишнього середовища та ін.

Вермикультура – це компостні черв'яки в органічному субстраті. Іноді під цим терміном розуміють тільки черв'яків або, навпаки, тільки субстрат. Вермикультуру можна уявити як складне біоценотичне угруповання, обмежене певним біотопом у складі культурного ландшафту. Дощові черв'яки – найбільші представники безхребетних, які входять до складу ґрунтової макрофауни. На їх частку припадає не менш як половина всієї біомаси ґрунту. Щільність їх заселення досягає в середньому 120 особин/м^2, а біомаса – 50 г/м^2 (за маси тіла одного черв'яка 0,5–1,5 г). У сприятливі періоди можлива щільність дощових черв'яків у ґрунті 400–600 особин/м^2.

Основне джерело їх живлення – рослинні рештки. Вони сприяють перемішуванню й розпушенню ґрунту, накопиченню органічної речовини, з якої утворюється гумус. Присутність черв'яків може бути тестом на збагаченість ґрунту на органічну речовину. Дощові черв'яки поліпшують аерацію ґрунту, інтенсифікують процеси гумусоутворення, нітрифікації та амоніфікації. Вони вологолюбні й помірно теплолюбні. Оптимальна температура для їх живлення 20–25 °С, для розмноження – 12–17 °С. Вимогливі до аерації ґрунту. Оптимальна реакція середовища – нейтральна або слабкокисла. Для культивації черв'яків непридатні піщані, глинисті, кислі і засолені ґрунти. Вони не витримують надмірної хімізації ґрунтів і гинуть.

Велика роль черв'яків у поліпшенні ґрунтів сприяла значній зацікавленості в їх штучному розмноженні. Так, внаслідок багаторічної селекційної роботи американські дослідники в 1959 р. в Каліфорнії вивели новий різновид дощових черв'яків, який назвали «каліфорнійським гібридом

червоного черв'яка» або просто «каліфорнійським червоним черв'яком». Із 1979 р. його розмножують у Західній Європі та Японії.

За фертильністю й активністю цей гібрид значно перевищує звичайних дощових черв'яків і на відміну від них добре вирощується у штучних умовах. Черв'яки цілодобово переробляють відходи з високим коефіцієнтом корисної дії (із використаної поживи засвоюється 40 %, а 60 % – після перетравлення виділяється у вигляді екскрементів – копролітів, тобто біогумусу).

Копроліти містять у 5 разів більше біологічного азоту, в 7 разів багатші на фосфор і в 11 разів – на калій порівняно з поверхневим шаром родючого ґрунту. В копролітах є значна кількість кальцію, що забезпечує водостійку структуру й високу водоутримувальну здатність ґрунту. Крім того,» кальцій знижує кислотність ґрунту і створює умови, несприятливі для розвитку хвороб рослин – фузаріозу, іржі, бактеріозу та ін. Поблизу копролітів інтенсивно розвивається корисна мікрофлора. Дощові черв'яки, як і інші живі організми, збагачують ґрунт макро- і мікроелементами, ростовими речовинами, антибіотиками. Фермент протеаза, що входить до складу біомаси черв'яків, виявляє біостммулюючу дію, поліпшує засвоєння кормів тваринами, сприяє прискоренню їх росту, активує фізіолого-біохімічні процеси в організмі. Маса копролітів, щорічно утворювана черв'яками в природних умовах, дуже велика. Так, на полі багаторічних трав на дерново-підзолистому ґрунті (черв'яків – 180 особин/м^2) за рік утворюється 53 т/га копролітів. На зрошуваних ґрунтах їх продуктивність збільшується в 2–3 рази.

В останні роки в нашій країні значну увагу приділяють використанню дощових черв'яків для переробки різних відходів (гною, пташиного посліду, соломи, листя, решток силосу, сіна, відходів харчової, м'ясної, плодоовочевої промисловості, комунального господарства). Дослідження засвідчують, що за допомогою черв'яків органічні відходи в короткий термін можна перетворити на добрива, які містять елементи живлення рослин у доступній для них формі і мають стійку до розмивної дії води зернисту структуру. Заселені черв'яками відходи швидко втрачають неприємний запах.

Вермикомпости дозрівають швидше, ніж компости, отримані традиційним способом. Дощові черв'яки – головні виробники і стабілізатори гумусу в ґрунтах. Вермикомпостування ґрунтується на здатності черв'яків ковтати часточки органічної речовини, транспортувати їх у кишкову порожнину й виділяти у вигляді копролітів.

Біогумус, вермикомпост, «швидкий гумус» – екологічно безпечне органічне добриво, отримане в результаті конверсії за допомогою популяції

червоного гнойового черв'яка *Eisenia foetida*[132] (або його штучно виведених гібридів – каліфорнійського, «старатель», *Dendrobeana*) з харчових відходів, листя, соломи, стебел рослин і іншої органіки, картону і паперу, целюлози і органічних відходів (гній ВРХ, продукт переробки курячого посліду й ін.). Це екологічно безпечне, натуральне, біологічно активне органічне добриво, що поєднує в собі високі мікробіологічні властивості, значну буферність, та вміст живильних речовин, ґрунтових антибіотиків, вітамінів, ферментів, гормонів зростання і розвитку рослин, оптимальний мікроелементний склад.

Внесення його до ґрунту нормалізує розвиток процесів, властивих здоровому ґрунту. Добриво не містить патогенну мікрофлору, яйєць гельмінтів, насіння бур'янів. Добриво поступово і легко засвоюється рослинами впродовж всього циклу свого розвитку. Біогумус перевершує гній і компости за вмістом гумусу в 4–8 разів, що є однією з його головних переваг.

Середній вміст сухої органічної маси в біогумусі становить 50 %, гумусу – 12-18 %; його реакція сприятлива для рослин і мікроорганізмів – pH 6,8–7,4, загального азоту – 2,2 %, фосфору – 2,6 %, калію – 2,7 %. Крім того, в ньому виявлено практично всі необхідні мікроелементи й біологічно активні речовини, серед яких ферменти, ростові речовини, вітаміни, гормони, антибіотики, ауксини, гетероауксини, 18 амінокислот і корисна мікрофлора.

У кращих зразках біогумусу в 1 г міститься кілька мільярдів клітин мікроорганізмів, що значно більше, ніж у зразках гною (близько 150–360 млн клітин). Біогумус має високу ферментативну активність. У його органічній речовині значна кількість гумінових кислот ($С_{ГК}$=31,7–41,2 %) і менше фульвокислот ($Сф_{ЛЬ}$=22.3–34,850). В гумінових кислотах переважає найцінніша фракція – гумати кальцію (43,3–47,6%). Наявність у вермикомпості фульвато-гуматного типу гумусу (СгкЖ: Сфк = 1,18–1,42) сприяє формуванню агрономічно цінної структури ґрунту. Елементи живлення у процесі взаємодії з органічними кислотами утворюють складні комплексні сполуки тому вони надійно зберігаються від вимивання, повільно розчиняються у воді й забезпечують живлення рослин на тривалий час (не менше як 2–3 роки).

Біогумус різнобічно позитивно впливає на агрохімічні фізико-хімічні й біологічні властивості ґрунту. Він містить комплекс корисних речовин і тому може використовуватись для всіх сільськогосподарських культур, але особливо корисний для тих, які потребують поживних речовин у концентрованій формі, збалансованих за хімічним складом.

---

[132] Відноситься до: Царство – Тварини (*Metazoa*), Тип: Кільчасті черви (*Annelida*), Надклас: Пояскові черви (*Clitellata*), Клас: Малощетинкові черви (*Oligochaeta)*, Ряд: Гаплотаксиди (*Haplotaxida)*, Родина: Люмбрициди (*Lumbricidae*), Рід: *Eisenia*, Вид: *Eisenia foetida.*

Черв'яки виділяють із субстрату кальцій і тим самим знижують кислотність середовища. Коефіцієнт гуміфікації субстрату – 15–25 %, тоді як для гною він становить близько 10 %. Внаслідок інтенсивної ферментації біогумус збагачений великою кількістю біологічно активних речовин (ауксинів, гетероауксинів тощо), які значно ослаблюють стрес рослин, особливо розсади при висаджуванні у ґрунт, підвищують її приживлюваність, прискорюють проростання насіння, збільшують стійкість рослин до захворювань, впливають на їх ріст, розвиток і тим самим сприяють отриманню ранньої продукції високої біологічної якості, придатної для тривалого зберігання. Біогумус має також інші цінні властивості: великі вологомісткість, вологостійкість, гідрофільність, механічну міцність, не містить насіння бур'янів. Він здатний утримувати до 70 % води і в 15–20 разів ефективніший за будь-яке органічне добриво.

Агрохімічні властивості біогумусу середнього зразка такі: кислотність (pH) – 6,5–7,2, вміст сухої органічної маси – 40–60 %, гумусу - 10 – 12 %, загального азоту - 0,9–3,0 %, фосфору (P_2O_5) - 1,3–2,5 %, калію (K_20) - 1,5–2,5 %, кальцію - 4,5–8,0 %, магнію - 0,5–2,3 %; заліза - 0,2–2,5 %, міді 3,5–5,1 мг/кг; мангану 60 – 80 мг/кг; цинку – 28–35 мг/кг; вологість – 40–50 %*;* бактеріальна форма - до 20 трлн колоній в 1 г біогумусу.

Елементи живлення знаходяться в органічній формі, тому надійно зберігаються від вимивання. Внаслідок розкладання біогумусу мікроорганізмами вивільнюються макро- і мікроелементи, рослини забезпечуються вуглеводами, необхідними для фотосинтезу. При внесенні біогумусу, що характеризується високою буферністю, у ґрунтовому розчині не утворюється надлишкова концентрація солей, що простежується в разі внесення високих доз мінеральних добрив.

Особливої цінності вермикомпостам надають гумінові кислоти, вміст яких коливається від 5,6 до 17,5 % у перерахунку на суху речовину. У вермикомпостах, крім розкладених відходів, міститься також певна кількість відмерлих черв'яків, що також підвищує їх цінність.

Якість біогумусу оцінюють за міжнародним стандартом, який ставить такі вимоги: вологість – 30–40 %; органічна речовина – 20–30 %; водорозчинні солі – 0,5 %; pH – 6,5–7,5;. загальний азот – не менш як 1,6 %; P_2O_5 – 1,2–1,5 %; K_2O – 11–1,2 %; Cu – 1%; Mg – 1%; Ca – 4%. Біогумус не повинен містити речовин, які біологічно не переробляються (полімери, камінь, скло), рослин, здатних до розмноження. Поживні речовини біогумусу повільно розчиняються у воді, й отже, можуть тривалий час живити рослини. У гранульованах гумуснах добривах вміст гумусу больш ніж у гною та компості в 4–8 разів.

Підсушений біогумус просіюванням розділяють на три фракції: дуже дрібна – гранули до 1 мм, дрібна – до 2 мм, добірна – до 3 мм.

За чутливістю до біогумусу рослини поділяють на:

- високочутливі – багаті на вуглеводи (картопля, морква, кормові, цукрові та столові буряки, плодові культури), при внесенні біогумусу приріст їх урожаю досягає 35 % і більше;

- добре чутливі (озима та яра пшениця, жито, ячмінь, овес, рис, просо, гречка, кукурудза на зерно, сорго), які на біогумус реагують досить добре, приріст урожаю становить 25 % і більше;

- середньочутливі – бобові культури (горох, кормові боби, нут, соя, сочевиця), а також буркун, люцерна, еспарцет та ін., які задовільно реагують на біогумус і забезпечують приріст урожаю до 15 %;

- слабкочутливі – олійні та ефіроолійні культури (соняшник, ріпак, гірчиця, коріандр та ін.), які слабко реагують на біогумус.

При розведенні черв'яків мають на меті розведення їх для отримання біогумусу та відтворення черв'яків, або так зване маточне розведення. Розводити їх можна як у відкритому, так і захищеному місці. Із багатьох видів для розведення краще використовувати червоний гібрид (комерційна назва – «каліфорнійський»).

Основним технологічним засобом при вирощуванні черв'яків є ложе (бурт) – грядка з органічної поживної маси (субстрату) завдовжки 2 м, завширшки – 1 м, заввишки – 0,4–0,6 м. Площа одного ложа – 2 м^2. Для нього на рік потрібно 1,0–1,2 т органічної маси. Оптимальним вважається вермигосподарство, що складається із 1200 лож корисною площею не менш як 1 га.

Оптимальна щільність заселення черв'яками одного ложа – 50–100 тис. дорослих і молодих особин, а також коконів з яйцями. Встановлено, що від щільності заселення ложа залежить продуктивність вермикультури. Якщо щільність надмірна, то підвищується збудженість черв'яків і виникає стрес, спричинений перенаселенням, що негативно позначається на їх розмножені. За низької щільності продуктивність черв'яків і вихід біогумусу також зменшується. Для розведення маточних особин використовують стандартні ложа, щільність заселення якого становить від 1,5–2,0 до 10–12 тис. особн/м^2.

При визначенні оптимальної щільності заселення субстрату слід виходити з кінцевої мети: займатиметься вермигосподарство розвденням черв'яків чи виробництвом біогумусу, або тим і іншим одночасно. Знаючи число лож, приблизну кількість черв'яків у них середній склад популяції за віковими групами (молоді – 60,1 %, дорослі – 21,8, кокони – 18,1 %), в кожному конкретному випадку можна розрахувати масу потрібного корму (або підживлення). Підживлюють субстрат для черв'яків органічною речовиною, в тому числі побутовими та іншими відходами, в які для створення пухкої структури додають у різних пропорціях тверді органічні

компоненти – наповнювачі. Ними можуть бути кора дерев, листки (крім свіжої хвої) та ін. У розрахунку на 100 тис. черв'яків потрібно близько 1000 кг/рік субстрату.

До структури субстрату та його хімічних параметрів ставлять особливі вимоги: його вологість має бути 70–80 %, він не повинен містити предметів, що не розкладаються (каміння, метал, скло тощо), мати нейтральну реакцію середовища (оптимальний pH 6,8–7,2) і вміст оксидів заліза не більше 10 %.

Поживний субстрат має бути напіврідкої консистенції, добре подрібненим, оскільки найбільші часточки, які може проковтнути каліфорнійський черв'як, мають розмір до 1 мм. Вважають, що черв'яки з'їдають поживу в кількості, якадорівнює масі їхнього тіла 40 % поживи засвоюється, а 60 % – виділяється у вигляді копролітів.

Якість субстрату підвищується в разі додавання відходів баштанних і плодоовочевих культур у поєднанні з 10 % вапнякових матеріалів (дефекат, крейда, вапно, мергель, сланцева зола та ін.). Основними умовами придатності субстрату є його однорідність і хороша аерація, а також співвідношення C : N, яке в готовому субстраті має дорівнювати 20. Незалежно від того, яка органічна речовина використовується, вона повинна містити не менше 20–25 % клітковини у вигляді солом'яної січки, паперу, картону та ін. У кормах, призначених для черв'яків, має міститись не більше 20–30 % протеїну, оскільки більший вміст може призвести до їх загибелі.

Підготовлений субстрат проходить стадію ферментації, під час якої гинуть яйця та личинки гельмінтів, а також насіння бур'янів. Ферментацію можна проводити як у природному, так і в прискореному режимі. У природному режимі процес триває 6–7 місяців залежно від виду органічних відходів, за прискореного – 1–3 місяців Для забезпечення прискореного режиму ферментації органічні відходи складають у купи, в які потім по трубах подають гарячу пару температурою 60 °С. Субстрат, який не саморозігрівається, розкладають шаром завтовшки 20–30 см і завширшки 1–1,6 м, зволожують до 70–80 % повної вологоємності й витримують упродовж 10–15 діб. Після цього заселяють черв'яками з розрахунку 1,5–2,5 тис. особин/м^2. Для збереження вологості субстрат накривають посіченою соломою або мішковиною.

Підсумковим результатам визначення придатності базового субстрату є «проба 60 черв'яків»: якщо в разі заселення субстрату (взятого в невеликій кількості) 60 черв'яками при денному або сильному штучному освітленні вони відразу ж заглиблюються в органічний матеріал і знаходяться там впродовж доби, то субстрат готовий для його заселення черв'яками. Якщо ж вони виповзають на поверхню, то субстрат непри-

датний для вермикультивуваня і потребує перевірки. Швидкість розкладання субстрату під дією черв'яків у 2–3 рази більша за швидкість дозрівання гною.

Взимку черв'яків бажано утримувати в закритому теплому приміщенні за температури не нижче -10 °С, бо за температури -7 °С вони впадають у стан анабіозу. Найкращим кормом для них у зимовий період є гній зі вмістом не менше 20 % соломи.

Метод вермикомпостування успішно можна застосовувати для переробки органічних відходів на індивідуальних ділянках. Для цього відходи збирають у купу, зволожують і залишають перегнивати. Через 1–1,5 місяці, коли закінчиться процес саморозігрівання, накопичену масу заселяють черв'яками (із розрахунку близько 1 тис. особин/м^2). Через 3–4 місяці (залежно від якості субстрату та кліматичних умов) компост готовий.

Відокремлюють черв'яків від компосту простим способом: поряд із вермикомпостною купою влаштовують нову, зі свіжих відходів, куди вони переповзають у пошуках поживи. Можна також використати металеве сито з отворами близько 2 мм, через які грунт просіюється, а черв'яки залишаються в ситі. За 2–3 прийоми із ложа можна вибрати близько 97 % популяції, а 3 %, що залишилися, доцільно зберігати в органічній масі.

Дощові черв'яки не мають жодних органів захисту, тому можуть піддаватися нападу будь-яких тварин: пацюків, мишей, змій, жаб, птиці. Особливо небезпечні для них кроти. Тому при розведені черв'яків слід передбачати різні загорожі, наприклад металеву сітку, яка б запобігала потраплянню в середину ложа ворогів. Сітку встановлюють з боків ложа та в інших місцях вирощування черв'яків.

Певну загрозу становлять також мокриці, міль, мурашки, оскільки вони живляться переважно жирами і цукрами, які містяться в кормі, і тому є конкурентами черв'яків. Серед паразитів дощових черв’яків помітна роль мух, небезпечні шкідники для них також нематоди.

Використання як добрив продуктів переробки відходів виробництва за допомогою вермикультури істотно зменшує витрати на збагачення ґрунтів поживними речовинами, підвищується можливість отримання екологічно безпечної продукції. І що дуже важливо – створюються умови для утилізації (з великою користю) значних обсягів органічних відходів.

Досконала нешкідливість біогумусу виключає небезпеку перенасичення ним ґрунтів, тому нормування доз внесення його може бути пов'язана виключно з наявністю цього справді цілющого добрива. Проте дози внесення біогумусу можуть залежати від вмісту гумусу, елементів живлення в ґрунті, у вермикомпості та від виду сільськогосподарських культур. Оптимальними дозами є 3–3,6 т/га біогумусу за розкидного

способу внесення і 250–300 кг/га – за локального. Максимальна доза – 4 т/га. Біогумус вносять трьома основними способами:

- рівномірним розсіванням по поверхні ґрунту сівалкою для мінеральних добрив із зароблянням культиватором;

- локальним внесенням у рядки під час сівби, висаджування розсади, садіння дерев;

- підживленням рослин кореневим або позакореневим способом. На малопродуктивних ґрунтах вносять 3 т/га біогумусу через кожні 4 роки.

Дослідження, проведенні в нашій державі, в інших країнах, засвідчують високу ефективність біогумусу для підвищення врожаю й отримання екологічно безпечної продукції, причому застосування біогумусу забезпечувало приріст урожаю зернових на 30–40 %, кукурудзи – на 30–50, пшениці – до 20, цукрових буряків – до 20, картоплі – на 30–70, овочевих культур – до 35–70 %. Біогумус також запобігає або зводить до мінімуму захворювання рослин. В разі внесення біогумусу під льон-довгунець рослини не уражувались фузаріозом, іржею, антракнозом, бактеріозом, тоді як у контрольному варіанті, а також при застосуванні сухих і рідких мінеральних добрив їх ураженість становила 8–17 %.

Доведено також здатність черв'яків і біогумусу зв'язувати раді онукліди та важкі метали, які містяться в ґрунті, органічних і мінеральних добривах, різко зменшувати їх надходження в рослини. Виявлено позитивний вплив біогумусу на зменшення вмісту нітратів у продукції рослинництва.

Крім вироблення біогумусу вермикультура перспективна для різнобічного використання, що зумовлено високою поживною цінністю біомаси, вмістом речовин, які перешкоджають виникненню і розвитку хвороб, тощо.

3.5.3. Екологічна специфіка розвитку вермитехнології

Проте використання біогумусу та вермикомпосту у рослинництві має певні обмеження, переважно еколого-економічного плану. Зокрема, ці обмеження пов’язані з енергетикою екосистем. За припущеннями, рентабельність застосування біогумусу знаходиться в обернено-пропорційній залежності від розміру посівних площ, на яких вирощуються сільськогосподарські культури, під які буде вноситись біогумус. Зокрема, отримання великих кількостей біогумусу вимагає більших енергетичних субсидій (а отже, і витрат), пов’язаних із доглядом за популяцією черв’яка (підвоз поживи, зволоження, захист від ворогів й утеплення та ін.)

Оскільки польові культури (як просапні, так і суцільного сіву) вирощуються саме на великих площах, то застосування продукції вермикультури під зернові колосові, кукурудзу, соняшник, сою, ріпак може бути

рентабельним лише у насіннєвих або науково-дослідних господарствах. А наукові дані, які характеризують позитивну динаміку застосування біогумусу по цих культурах, швидше за все, отримані з модельних дослідів.

Розуміючи вказану залежність, науковці кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету садівництва проводять низку наукових дослідів, спрямованих на використання біогумусу у галузях садівництва й овочівництва. Головною специфічною особливістю цих дослідів є не тільки і не скільки отримання підвищення врожайності за рахунок його використання, а досягнення високої екологічної якості кінцевої продукції. Важливим також є напрямок біологічної утилізації органічних відходів, які щорічно утворюються на території університетського містечка (рослинний опад з дерев, наземна частина врожаю на дослідних полях, яблучні вичавки з технологічної лінії з виробництва соку, солома зернових культур після вирощування грибів, побутові органічні відходи).

Дослідження проводилось на дослідному полі навчально-науково-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва (ННВВ УНУС) у 2012–2014 рр. під керівництвом доктора географічних наук, професора С. П. Сонька та кандидата біологічних наук, доцента І. П. Суханової межах поставлених задач проводили дослідження із використанням субстратів для штучних популяцій, які складалися із основи (50 % – яблуневі вичавки і 10 % – солома після культивування грибами) та з додаванням до неї землі, соломи зернових колосових культур, листя ведмежого горіха та кролячого гною. Для отримання якісного корму для черв'яків дотримувались таких показників вихідного органічного субстрату: вологість 70–80 %, pH 6,8–7,2, вміст оксиду заліза не більше 10 %, відсутність твердих часток – металу, дерева, каміння, скла тощо. Для проведення ферментації органічні відходи та безпідстилковий гній компостували.

Кролячий гній був закуплений на кролефермі в с. Іваньки Маньківського району. Дана ферма може бути потенційним постачальником гною, оскількина її території зберігаються продукти дефекації кролів на полігоні, до якого є доступ у транспорту, а полігон облаштований навантажувачем.

Інші необхідні складові для закладання субстрату були сформовані з органічних решток які утворилися на території університетського містечка Уманського НУС (соломи зернових колосових культур, листя ведмежого горіха).

Основним технологічним засобом при вирощуванні черв'яків був бурт або ложе. Вони мали такі розміри: перший бурт: площа – 0,009 м^2, об'єм субстрату – 0,009 м^3; другий бурт: площа – 0,009 м^2, об'єм суб-

страту – 0,009 м^3; третій бурт: площа – 0,075 м^2, об'єм субстрату – 0,008 м^3; четвертий бурт: площа площа – 0,075 м^2, об'єм субстрату – 0,008 м^3; п'ятий бурт: площа – 0,009 м^2, об'єм субстрату – 0,009 м^3; шостий бурт: площа – 0,009 м^2, об'єм субстрату – 0,009 м^3. Ці бурти були заселені вермикультурою 12 жовтня 2011 року. Час проникнення у субстрат – 20 хвилин. Бурти були заселені черв'яками разом із субстратом, в якому вони знаходились. Їх рівномірно розподілили на поверхні вручну 4 зубковими вилами із заокругленими краями. Такому заселенню передувало біотестування за методикою «60 черв'яків».

Догляд за популяцією після закладки полягав у щотижневих поливах. При зниженні температури субстрату до -10^{o}C поверхню буртів вкривали соломою товщиною до 20 см. Температуру субстрату в буртах вимірювали кожні 5 днів.

Таблиця 3.5.3.1

Динаміка чисельності штучної популяції *Eisenia foetida* (2012–2013 р.)

Тип субстрату	Об'єм субстрату, м^3	Чисельність популяції , шт			
		Травень 2012	Жовтень 2012	Травень 2013	Жовтень 2013
Основа + земля (5 %) + солома (35 %)	$9{,}9\cdot10^{-3}$	10	202,6	305	402,7
Основа + земля (10 %) + солома (30 %)	$9{,}9\cdot10^{-3}$	10	159,8	295	377
Основа + листя горіха (15 %) + солома (25 %)	$8{,}3\cdot10^{-3}$	10	197,5	281,5	392,3
Основа + листя горіха (25 %) + солома (15 %)	$8{,}3\cdot10^{-3}$	10	180,1	203,7	316,1
Основа + гній кролів (20 %) + солома (20 %)	$9{,}9\cdot10^{-3}$	10	165,7	212,7	445,7
Основа + гній кролів (25%) + солома(15%)	$9{,}9\cdot10^{-3}$	10	189,8	359,7	471,3

При недостатній активності черв'яків і поганому поїданні корму проводили перетрушування субстрату вручну 4-зубковими вилами, при цьому не допускаючи змішування його різних шарів. Перемішування сприяло також покращенню аерації в бурті і виходу шкідливих газів.

Досліджувались наступні основні демекологічні та онтогенетичні параметри: чисельність, щільність популяції, період запліднення, вихід нестатевозрілих особин з кокона, тривалість стадії кокону, тривалість стадії нестатевозрілих черв'яків, середній приріст біомаси. Чисельність популяції коливається під впливом дії біотичних і абіотичних факторів. Один і той самий фактор може відігравати, залежно від стану популяції, як позитивну, так і негативну роль. Основні кількісні показники популяції – щільність та чисельність оцінювались за допомогою методів квадратів.

При визначенні динаміки демекологічних параметрів штучних популяцій *Eisenia foetida*, залежно від низку абіотичних факторів (в табл. 3.5.3.1, рис. 3.5.3.1) встановлено, що найкращий приріст чисельності популяції спостерігався протягом весняно-літнього періоду 2013 р. (популяція зросла в 31 раз) та протягом літньо-осіннього періоду 2013 року (популяція зросла в 47 разів). Це пов'язано з кліматичними умовами, які в свою чергу обумовлюють швидкість та інтенсивність перебігу фізіологічних процесів в організмі черв'яка.

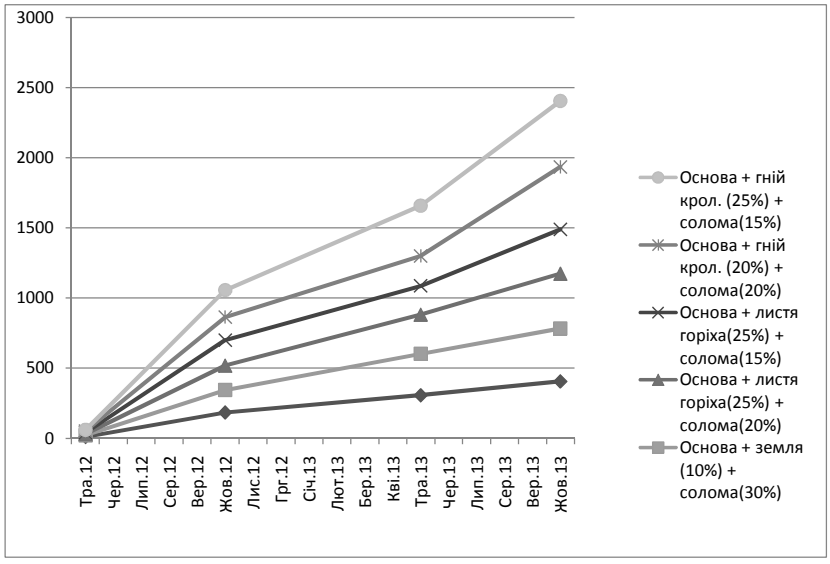


Рис.3.5.3.1. **Динаміка чисельності штучної популяції *Eisenia foetida* (2012–2013 р.)**

З даного рисунка видно, що варіант субстрату основа (60 %), кролячий гній (25 %) та солома зернових колосових культур (15 %), одразу показув найвищі показники чисельності та щільності популяції, що свідчить про його ефективність.

Щодо щільності популяцій, то встановлено, що за підтримку вологості субстрату на рівні 64,3 % та його температури -14,5 °С (в середньому за період проведення досліджень), а також годівлі черв'яків у міру необхідності, за період культивування популяції цей показник зріс у 35–36 разів (в табл. 3.5.3.2, рис. 3.5.3.2).

Результати наших досліджень проведених в 2012–2013 роках свідчать, що за культивування дощового черв'яка в штучних умовах його популяція порівняно із вихідним рівнем зросла у 31–47 рази залежно від типу вирощуваного субстрату (в табл. 3.5.3.1).

Виявлено певну залежність динаміки щільності популяції *Eisenia foetida* від об'єму бурта – найбільший приріст (47 разів) спостерігався у бурті № 6. Це пояснюється тим, що для даного варіанта на момент закладки досліду на кожну особину припадало 0,0009 м^3 субстрату (у бурті № 4 – 0,0008 м^3). Залежність цілком закономірна – поширення популяції визначається екологічною ємністю середовища, основними параметрами якої є простір та ресурси.

Таблиця 3.5.3.2

Динаміка щільності штучної популяції *Eisenia foetida* (2012–2013 р.)

Тип субстрату	Об'єм субстрату, м^3	Щільність популяції, особин/м3			
		Травень, 2012	Жовтень, 2012	Травень 2013	Жовтень 2013
Основа + зепля (5 %). + солома (35 %)	$9{,}9\cdot10^{-3}$	13888,8	20733,3	33622,2	44744
Основа + земля (10 %) + солома (30 %)	$9{,}9\cdot10^{-3}$	11144,4	20533,3	32233,3	41888
Основа + листя горіха(15 %) + солома (25 %)	$8{,}3\cdot10^{-3}$	10837,5	21212,5	34812,5	49037,5
Основа + листя горіха (25 %) + солома (20 %)	$8{,}3\cdot10^{-3}$	9650	19975	32225	39512,5
Основа + гній кролів (20 %) + солома (20 %)	$9{,}9\cdot10^{-3}$	17733,3	22600	40600	49522
Основа + гній кролів (25 %) + солома(15 %)	$9{,}9\cdot10^{-3}$	18255,5	27333,3	42655,5	52366

Отже, найбільш оптимальним серед обраних варіантів дослідження щодо чисельності та щільності популяції *Eisenia foetida* в умовах верми-

культури є об'єм субстрату в 0,0009 м^3 на 1 особину (на момент формування популяції). Високий приріст популяції опосередковано вказує на більш значну, ніж в інших варіантах досліду, продуктивність вермикультури щодо виробництва біогумусу.

Восени 2012 року було розпочато дослідження дослід з метою спостереження за процесом біологічної утилізації органічних решток за допомогою вермикультури на прикладі популяції *Eisenia foetida*. З шести різних буртів відбирали методом конвертування певний об'єм субстрату (704 см^3 або 0,0007 м^3) і проводили обрахунок популяції (чисельність та щільність), наявність стадії кокона або яйця, стадії нестатевозрілих черв'яків та стадії статевої зрілості черв'яка. Відстежували весь життєвий цикл *Eisenia foetida:* від стадії кокона або яйця – до стадії відкладання яєць.

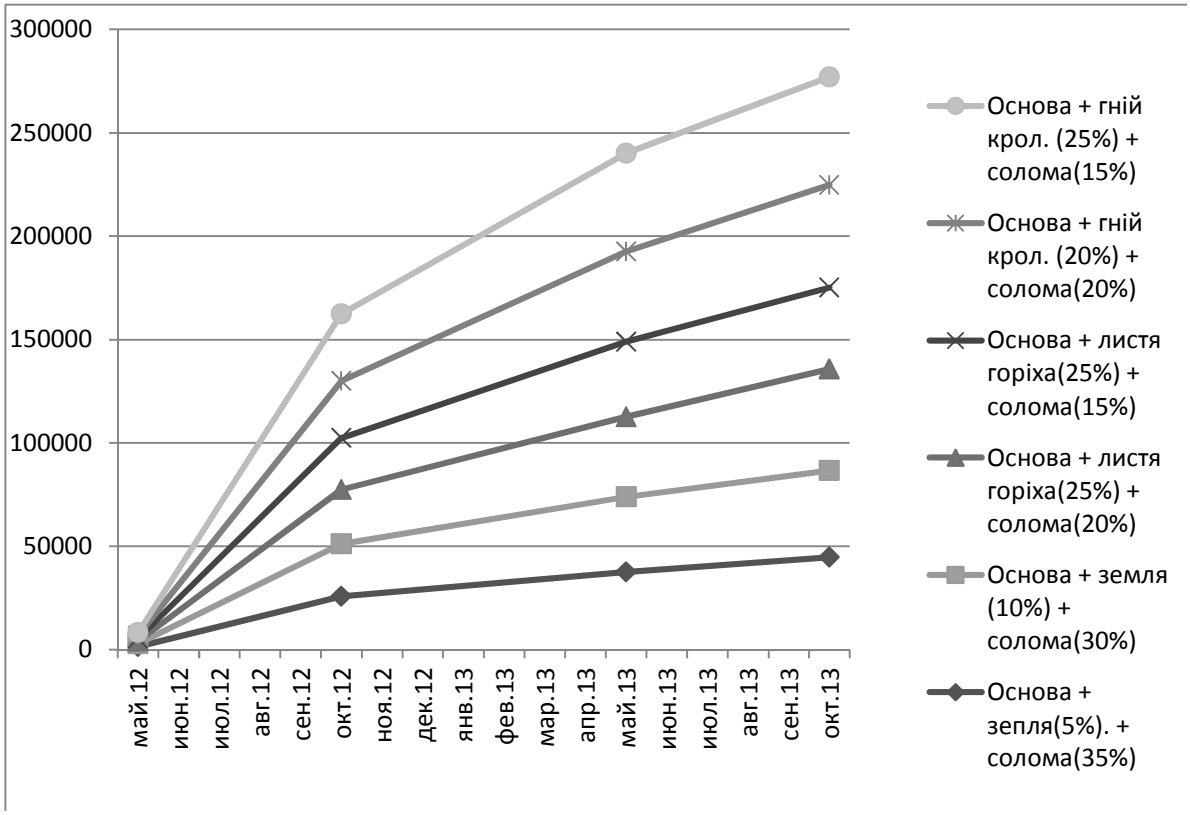


Рис. 3.5.3.2 **Динаміка щільності штучної популяції *Eisenia foetida* (2012–2013 р.)**

Стадія кокона або яйця (рис.3.5.3.3). Зовнішній вигляд – приблизно декілька мм в діаметрі (за розмірами як виноградна кісточка), колір – жовто-зелений, лимонний.

Інкубаційний період тривав приблизно 23 доби, впродовж яких колір поступово змінювався з жовто-зеленого на золотисто-жовтий, іноді коричнево-червоний. В яйці знаходиться 4–6 ембріонів черв'яка, але як правило виживають 2–3 екземпляра. Черв'як переходить до наступної стадії через 3–4 тижні. У гібрида «Старатель» у коконі може знаходитись 10–12 шт. молоді.

Стадія нестатевозрілих черв'яків (рис.3.5.3.4). За розмірами черв'як не більше 5–7 см та має рожеве або бліде червоне забарвлення. Ця стадія триває приблизно 40–60 днів до настання статевої зрілості черв'яка. Після закінчення цієї стадії черв'як набував вираженого помаранчево-червоного кольору, за розмірами – приблизно 8–10 см, в його організмі розпочинається формування коконів.

Стадія статевої зрілості черв'яка (рис. 3.5.3.5). Черв'як набував вираженого червоного або помаранчево-червоного кольору, за розмірами приблизно 8–10 см, починався процес відкладання коконів. Одна особина спроможна закласти від 2 до 58 коконів на тиждень за період від 6 місяців до року. Все це залежить від середовища, тобто вологості, температури, доступної їжі і т. д.

При визначенні особливостей перебігу окремих стадій онтогенезу *Eisenia foetida* за умов розведення на різних субстратах виявлено високу активність його розмноження у варіантах із використанням субстратів з кролячим гноєм та гною після ферментації. У варіантах із використанням трав'яного субстрату та соломи запліднення відбувалося гірше, особливо при зниженій температурі (від +10° до +19°С).

Щодо виходу нестатевозрілих особин з коконів, то найвищі показники були відміченні у варіантах субстратів з кролячим гноєм та гною після ферментації (2,5 особини в середньому з коконів).

В інших випадках спостерігались менш значні досліджувані показники: листяний субстрат – по 1,5 особини в середньому з коконів; солома, що використовувалася при культивації грибів – по 1 особині з коконів у середньому.

Температурний режим вплинув на репродуктивну активність *Eisenia foetida*. При визначенні впливу температурного режиму на перебіг процесів ембріогенезу, показником яких є вихід нестатевозрілих особин з коконів *Eisenia foetida,* встановлено, що при культивуванні при температурі +10°С виходу молоді не спостерігалося. При температурі +14°–+16°С, вихід статевонезрілих особин з коконів склав 1 та 1,5–2 особини в середньому на субстратах із гною після ферментації та кролячого гною відповідно, а на субстратах з соломи та листя виходу молоді не спостерігалося. З підвищенням температури показники покращувались. Культивування при температурі вище +20°С показало найбільший вихід нестатевозрілих особин черв'яків у варіантах з використанням кролячого гною та гною після ферментації. При оптимальній температурі – від +20° до +25°С – показники зросли до 3,6 та 2,6 особин в середньому (на субстратах з кролячого гною та з гною відповідно), на інших субстратах – 1 та 1,5 (субстрат з соломи та листяний субстрат відповідно).

Таким чином, екологічний температурний оптимум черв'яків становить від +20° до +25°С. За понижених температур (від +10° до +15°С), ймовірно, не відбувається запліднення яйця або розвитку зародка у більшої частки коконів, що значно уповільнює процес виробництва біогумусу. Отже, для активного розмноження черв'яків необхідно створювати температурний режим від +20° до +25°С. При необхідності можна зберегти вермипопуляцію, знизивши температуру до +10°С.

За даними наших досліджень, за три місяці переробки субстрату на початку досліду середня маса однієї особини дорослих черв'яків становила 0,35 г, найбільший приріст середньої маси черв'яка на кінець досліду виявлено у варіанті з використанням суміші (на 0,16 г) та гною після ферментації (на 0,10 г). Середній приріст біомаси дощового черв'яка у варіанті з використанням трав'яного субстрату становив 0,06 г. Цей субстрат не містить достатньої кількості поживних речовин, тому черв'яки на даному субстраті тривалий час існувати не можуть.

Таблиця 3.5.3.3

Вплив типу субстрату на отримання біомаси *Eisenia foetida*

Варіанти субстратів	Тривалість ротації, діб	Середня біомаси дорослої особини, г	
		На початку досліду	Наприкінці досліду
Основа + земля (5 %). + солома	90	0,35±0,01	0,36±0,01
Основа + земля (10 %) + солома	90	0,35±0,01	0,35±0,01
Основа + листя горіха (15 %) + солома	90	0,35±0,01	0,36±0,01
Основа + листя горіха (25 %) + солома	90	0,35±0,01	0,35±0,01
Основа + гній кролів (20 %) + солома	90	0,35±0,01	0,45±0,02
Основа + гній кролів (25 %) + солома	90	0,35±0,01	0,51±0,03
НІР			0,17

Як видно з таблиці, для отримання більш значної біомаси гнойового черв'яка найдоцільніше використовувати субстрати з кролячим гноєм. Інші субстрати (солома та листя), очевидно, необхідно змішувати з іншими відходами.

Також при визначенні впливу типу субстарту на перебіг онтогенезу *Eisenia foetida* бралася до уваги швидкість перебігу утилазації органічних решток у певному варіанті субстрату (в табл. 3.5.3.4). Для цього необхідне

регулярне надходження корму в субстрати, але слід взяти до уваги, що існують пенві правила годівлі черв'яка. Навесні, влітку і восени черв'яків годують через 7-10 днів, взимку – через 25-35 днів. Годування необхідне проводити регулярно. Необхідно стежити за інтенсивністю харчування і якістю корму. Брак їжі викликає виповзання чер'виків з лож, а надлишок – ускладнює газообмін в субстраті і дихання черв'яків. При недостатній активності черв'яків і поганому поїданні корму субстрат разпушують вилами.

Таблиця 3.5.3.4

Швидкість перебігу утилізації органічних решток залежно від типу субстрату, дні

Тип субстату	Час перебігу утилазіції органічних решток			
	Травень, 2012	Жовтень, 2012	Травень, 2013	Жовтень, 2013
Основа + земля (5 %). + солома (35 %)	10	9	8	7
Основа + земля (10%) + солома (30 %)	10	9	8	8
Основа + листя горіха (15 %) + солома (25 %)	10	9	7	7
Основа + листя горіха (25 %) + солома (15 %)	10	9	7	6
Основа + гній кролів (20 %) + солома (20 %)	10	8	6	5
Основа + гній кролів (25 %) + солома (15 %)	9	8	6	4

Отже, з даної таблиці видно, що найшвидше та найкраще утилізація органічних решток відбувалася у субстаті, який складався із основи (60 %), кролячого гною (25 %) та соломи зернових колосових вультур (15 %), а найгірше процес утилізації відбувався у субстраті, що складався з основи (60 %), землі (10 %) та соломи зернових колосових культур (30 %).

Таким чином, на харчову і репродуктивну активність, отримання біомаси штучної популяції червоного черв'яка *Eisenia foetida* впливають абіотичні та біотичні фактори: температура, вологість, якісний склад структуроутворювачі, субстрату. Особливо – трофічний фактор, що беззаперечно впливатиме на вихід біогумусу.

Усі демекологічні параметри та особливості перебігу онтогенетичних стадій об'єкта досліджень вказують на те, що найкращим субстратом для вермикультивування є субстрат з основи (60 %), кролячого гною та соломи зернових колосових культур (40 %). При цьому основою цієї суміші є кролячий гній. Це цілком закономірно, оскільки гній кролів містить зольні речовини і азот, що зменшують кислотність ґрунту. З кормів, що

споживають тварини, в гній кролів іде близько 40 % органічних речовин, 90 % калію, 80 % фосфору і 50–70 % азоту. Слід зазначити, що для черв'яків гній кролів є певним «делікатесом», що пояснює їх швидке розмноження саме в цьому середовищі. Але, швидше за все, застосування як основи гною ВРХ може дати подібні результати.

Проте, найголовнішій екологічний висновок з так досліджень буде загальним – біологічна конверсія вермикультивуванням органічних решток, сформованих в субстрати за участю різноманітної органіки, можлива з високим рівнем адаптації до місцевих умов (фермерського господарства, населеного пункту, присадибної ділянки та ін.).

Але крім «біореакторних» функцій, продукцію вермикультури можна розглядати як самостійне джерело кормопостачання для тваринництва. Так, з 1 т органічних відходів, перероблених черв'яками, крім 600 кг біогумусу отримують 100 кг біомаси черв'яків. Маса сухої речовини в тканинах їхнього тіла досягає 17–23 %, вміст сирого протеїну – 60 %, ліпідів – 6–9 %, вуглеводів – 17%, жирів – 4,5 %, мінеральних солей – 15 %, азотних екстрактивних речовин – 7–16 %. Із черв'яків після відповідної обробки отримують білкове борошно, яке за амінокислотним складом наближається до мяса тварин і риби, але переважає його за вмістом усіх незамінних амінокислот (за винятком гліцину).

Додавання біомаси черв'яків до раціону сільськогосподарських тварин і птиці сприяє збільшенню виходу продукції та поліпшенню її якості. Так при додаванні 1 % біомаси черв’яків до раціону курей протягом 104 днів їх несучість підвищилась приблизно на 20 % одночасним зростання в яйцях вмісту протеїну. Використання в раціоні корів 0,5 кг свіжої біомаси черв'яків забезпечило підвищення надоїв молока на 22 %. Включення до раціону кормів тварин білкових добавок дає змогу скоротити витрати кормів на 30 %, підвищити вихід м'яса на 10 %, знизити собівартість продукції на 40 %, а в умовах гострого дефіциту білка ці показники можуть бути у 5–8 разів вищими.

Цікаві можливості застосування вермикультури в медицині, фармакології, косметичній промисловості. Різні типи екстрактів черв'яків використовують як медичні препарати, як захисну косметику для шкіри. На основі екстракту з вермикультури розроблено мазь, яка ефективна для лікування лишаю, екземи, варикозних виразок нижніх кінцівок, отримано препарати для лікування хвороб очей.

У китайській медицині земляних черв'яків використовують близько 2 тисячоліть, а нині із залученням сучасних методів і технологій із них виготовлені антивірусна та антипухлинна сироватки.

Великі перспективи створення замкнених циклів виробництва у сільському господарстві на основі застосування черв'яків, універсальні влас-

тивості яких дають змогу використовувати їх для розробки і впровадження безвідходних технологічних процесів. Одним із таких найбільш апробованих напрямів є анаеробна переробка органічних відходів, насамперед відходів тваринницьких комплексів і ферм.

Таблиця 3.5.3.5.

Середня висота рослин перед плодоношенням, см

Варіант досліду	Середня висота рослин перед плодоношен-ням, см	± до контролю	
		см	%
Контроль (без добрив)	**42,4**	**-**	**-**
Локальне передпосадкове внесення біогумусу	**44,1**	**+1,7**	**+4**
Обприскування розчином біогумусу	**45,6**	**+3,2**	**+7,6**
N90P90K120	**43,9**	**+1,5**	**+2,8**
HIP 05	**1,23**	**-**	**-**

Самостійним і доволі перспективним напрямком прикладних наукових досліджень є використання продукції вермикультури у практикному рослинництві. В цілому, використання біогумусу дозволяє підвищити біологічну активність деградованих і відновлених ґрунтів, і при цьому найбільш ефективним є спільне внесення перегною і біогумусу. За результатами досліджень (Таргоня, 2006) застосування локального внесення біогумусу в Лісостеповій зоні України на слабодеградованому чорноземі дозволяє: збільшити врожайність картоплі в середньому на 68 %, помідорів – на 51 %, солодкого перцю – на 81 %. Спільне ж використання перегною з локальним внесенням біогумусу дозволяє збільшити врожайність картоплі на 124 %.

На кафедрі екології та безпеки життєдіяльності Уманського НУС накопичений певний досвід застосувавання досягнень сучасної вермитехнології у вирощуванні екологічно безпечної рослинної продукції.

Зокрема, під кервництвом кандидатиа сільськогосподарських наук Т. М. Пушкарьової проводиться дослід із застосування біогумусу при вирощуванні плодів помідорів їстівних. Досліджувались ріст надземної біомаси помідорів їстівних, урожайність та вміст нітратів у плодах помідорів. Для цього визначались показники біометрії рослин, оцінювались біоекологічні особливості помідорів, встановлювалась біологічна ефективність внесення біогумусу (оцінка фітозахисної дії біогумусу), встановлювався вміст нітратів у плодах помідорів їстівних за вирощування їх із застосуванням біогумусу. Помідори висаджували у квітні 2013 р. з 3 разовим повторенням досліду. Як основний біометричний показник розглядалась висота рослин (табл.3.5.3.5),

а як показник біологічної ефективності[133] – їх врожайність та враженість хворобами (табл.3.5.3.6.)

Таблиця 3.53..6.

Урожайність помідорів залежно від виду та способу внесення добрив

Варіант досліду	Урожайність, т/га	± до контролю	
		т/га	%
Контроль (без добрив)	**28,3**	**-**	**-**
Локальне передпосадкове внесення біогумусу	**39,2**	**+10,9**	**+38,5**
Обприскування розчином біогумусу	**33,6**	**+5,3**	**+18,7**
N90P90K120	**37,8**	**+9,5**	**+33,6**
HIP05	**2,91**	**-**	**-**

Отже, за результатами досліду у варіантах, де здійснене локальне передпосадкове внесення біогумусу, зафіксовано найвищі біометричні показники за всіма досліджуваними параметрами (висота рослин, маса плоду, діаметр плоду, середня кількість плодів у китиці). В цілому, застосування біогумусу в середньому збільшує приріст врожайності помідорів на 28,6 %. Середній вміст нітратів у варіантах, де вносили біогумус, становив 9,5 мг/кг, ще вдесятеро менше за значення ГДК і засвідчує, що біогумус є дійсно екологічно чистим добривом. Зареєстровано високу біологічну ефективність (до 89 %) біогумусу щодо стримування розвитку фітофторозу.

Таблиця 3.5.3.7.

Біологічна ефективність внесення біогумусу

Варіант досліду	Поширення хвороби, %	Ступінь розвитку хвороби, %	Біологічна ефективність, %
Контроль (без добрив)	**25**	**8**	**75**
Локальне передпосадкове внесення біогумусу	**18**	**5**	**80**
Обприскування розчином біогумусу	**10**	**4**	**89**
N90P90K120	**28**	**14**	**68**

Але одним із головних екологічних результатів досліду є висока споживча і екологічна якість кінцевої продукції, зокрема вміст нітратів (табл. 3.5.3.8.)

[133] Біологічна ефективність, або ефективність дії - показник зниження пошкодженості рослин як внаслідок зниження чисельності шкідників так і враженості хворобами. (http://fermerplus.com/main/plant-protection/)

Таблиця 3.5.3.8.

Вміст нітратів у помідорах, мг/кг

Варіант досліду	Вміст нітратів, мг/кг	ГДК, мг/кг	Перевищення ГДК
Контроль (без добрив)	**7**	**100**	**-**
Локальне передпосадкове внесення біогумусу	**10**		**-**
Обприскування розчином біогумусу	**9**		**-**
N90P90K120	**26**		**-**

Подібні результати отримані у дослідах О. В. Василенко, але на прикладі інших культур, зокрема салату посівного та коріандру посівного. Встановлено, що внесення біогумусу позитивно впливає на значення показників товарності (табл.3.5.3.9.) та екологічну якість готової продукції (табл.3.5.3.10). Так, розрахунки економічної ефективності вирощування салату посівного показують, що помірний рівень собівартості продукції за вирощування рослин із намочуванням насіння розчином біогумусу забезпечив рівень рентабельності вирощування на рівні 77,9 %. Це можна пояснити потребою у меншій кількості біогумусу і відповідно меншими витратами при високій врожайності і вартості реалізованої продукції.

Таблиця 3.5.3.9.

Вплив способу застосування біогумусу на товарні показники салату посівного

Способи застосування біогумусу	Маса головки, г				Діаметр головки, см			
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	середнє	2011 р.	2012 р.	2013 р.	середнє
Без внесення біогумусу (контроль)	**138,3**	**125,3**	**132,1**	**131,9**	**14,0**	**13,3**	**13,7**	**13,7**
Замочування насіння розчином біогумусу	**158,1**	**149,0**	**154,0**	**153,7**	**15,0**	**14,5**	**14,9**	**14,8**
Локальне передпосівне внесення біогумусу	**181,5**	**174,7**	**178,1**	**178,1**	**16,1**	**15,0**	**15,7**	**15,6**
Підживлення рослин розчином біогумусу	**170,6**	**163,4**	**167,6**	**167,2**	**15,2**	**14,4**	**15,1**	**14,9**

Таблиця 3.5.3.10

Показники біохімічного складу рослин салату посівного залежно від способів застосування біогумусу (середнє за 2011–2013 рр.)

Способи застосування біогумусу	Вміст		Нітратний азот, мг/кг сирої маси
	аскорбінової кислоти, мг/100 г сирої маси	сухої розчинної речовини, %	
Без внесення біогумусу (контроль)	**25,5**	**4,6**	**362**
Замочування насіння розчином біогумусу	**27,6**	**5,0**	**363**
Локальне передпосівне внесення біогумусу	**30,5**	**5,3**	**361**
Підживлення рослин розчином біогумусу	**28,4**	**5,1**	**364**

Встановлено, що застосування біогумусу не впливає на рівень нітратного забруднення салату посівного і дозволяє отримати високу врожайність екологічно чистої продукції. В цілому, окрім того, що продукція була екологічно безпечною, за вмістом сухої речовини та вітаміну С вона характеризувалася порівняно високими якісними показниками.

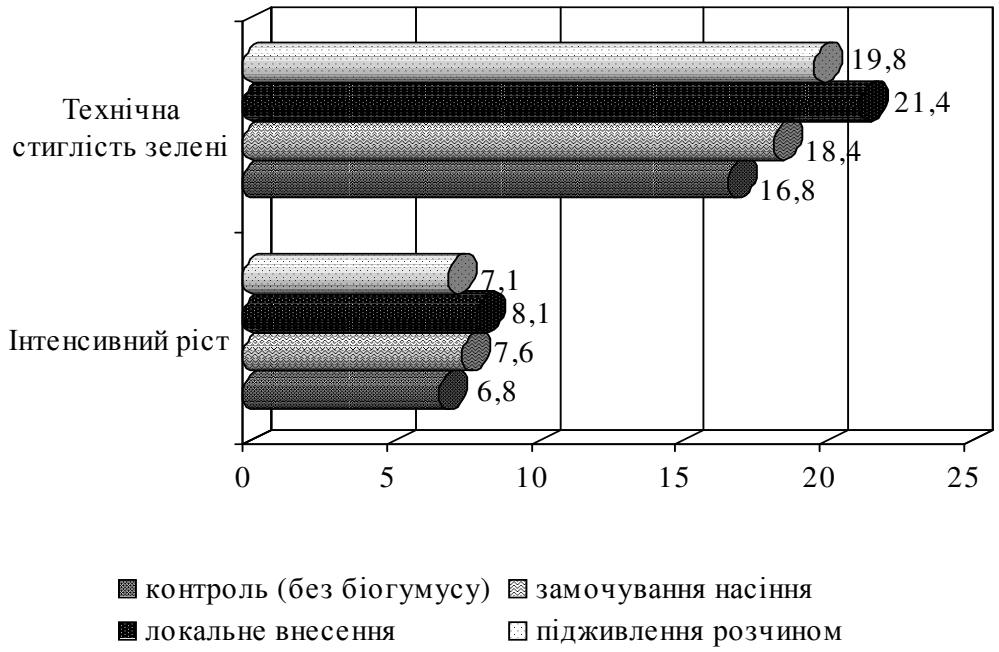


Рис.3.5.3.6. **Висота рослин коріандру посівного залежно від способу застосування біогумусу, см (середнє за 2011–2013 рр.)**

Цікаві результати дало порівняння різних способів внесення біогумусу під коріандр посівний через біометричні показники та показники врожайності (рис.3.5.3.6, табл. 3.5.3.11).

Встановлено, що висота рослин є залежною від способу застосування біогумусу. Так, в середньому за роки досліджень висота рослин коріандру посівного у фазі технічної стиглості зелені (коли окремі рослини коріандру посівного переходять у фазу стрілкування) за локального способу внесення біогумусу була більшою і становила 21,4 см, що більше за контроль на 4,6 см, висота рослин якого була найменшою (16,8 см).

Високу урожайність насіння рослини сформували за застосування локального передпосівного внесення біогумусу – вона досягла величини 2,0 т/га, що на 0,5 т/га більше за показник на контролі. В середньому за роки досліджень вищий рівень урожайності товарної зеленої маси отримано за застосування локального передпосівного внесення біогумусу – 3,9 т/га, що більше за контроль на 1,1 т/га.

Таблиця 3.5.3.11

Біометричні показники та урожайність рослин коріандру посівного залежно від способів застосування біогумусу (середнє за 2011–2013 рр.)

Способи застосування біогумусу	Кількість листків, шт.		Площа листкової пластинки, $см^2$		Урожайність (т/га) ± до контролю
	інтенсивний ріст	технічна стиглість зелені	інтенсивний ріст	технічна стиглість зелені	
Без внесення біогумусу (контроль)	**3,2**	**6,3**	**4,1**	**9,2**	**–**
Замочування насіння розчином біогумусу	**4,0**	**7,0**	**4,2**	**9,5**	**+0,2**
Локальне передпосівне внесення біогумусу	**4,3**	**8,3**	**4,6**	**10,5**	**+1,1**
Підживлення рослин розчином біогумусу	**4,1**	**7,7**	**4,5**	**9,7**	**+0,9**

Подібні результати дало дослідження застосування біогумусу під лісові культури у розсадниках. Так, у дослідах Т. М. Пушкарьової встановлено, що якість сіянців і посадкового матеріалу сосни звичайної *(Pinus sylvestris L.),* досліджена через біометричні показники та показники вітальності залежить від складу грунтосумішей, в тому числі із застосуванням біогумусу. За результатами було встановлено, що найбільший вихід стандартних сіянців сосни звичайної дає локальне перед-

посадкове внесення біогумусу, на ґрунтосумішах «Торф-пісок» та «Листова земля» + «Дернова земля» + «Пісок».

Підсумовуючи досліди із застосуванням продукції вермикультури у садівництві та овочівництві, слід сказати, що при внесенні у ґрунт біогумусу завдяки інтенсивній ферментації посилюється ріст і розвиток рослин, знімаються стреси, прискорюється проростання насіння, підвищується стійкість проти хвороб. У вирощених на біогумусі овочах вміст нітратів вудекілька разів нижчий за допустиму норму. Розсада на біогумусі розвивається в півтора рази швидше, майже не вражається хворобами, легко переносить пересаджування, значно підвищується врожайність, що в підсумку дозволяє одержувати продукцію високої екологічної якості.

3.6. Сучасні напрями екологічної конверсії тваринництва

Сучасні надінтенсивні технології передбачають досягнення максимального прибутку від зростання обсягів виробництва тваринницької продукції шляхом біотехнологізації та концентрації виробництва на потужних відгодівельних комплексах із застосуванням гормонів росту, ветеринарних препаратів на основі антибіотиків, використанням кормових добавок і нехтуючи при цьому фізіологічними й психологічними потребами тварин та якістю одержаної продукції.

Але саме така «інтенсифікація» показує, що стан тваринництва часто не супроводжується покращенням гігієнічних і ветеринарно-санітарних умов у тваринницьких приміщеннях, негативно впливає на здоров'я тварин і активно сприяє забрудненню довкілля. Велика концернтрація тварин на обмежених площах, незбалансоване годування (тварина обмежена у виборі елементів харчування, які їй потрібні в даний момент), а також дія різноманітних несприятливих факторів знижують їх природну резистентність, що підвищує ризики захворюваності. Концентрація великої кількості тварин вимагає застосування профілактичних ветеринарних препаратів хімічного походження, впливає на собівартість і, зрештою, погіршує якість продукції. Якість тваринницької продукції, отриманої на тваринницькому комплексі, щодо вмісту мікроелементів та інших корисних для людського організму складових у 3–6 разів нижча порівнянно з продукцією, одержаною від домашніх тварин, і в 5–12 разів від диких тварин.

При інтенсифікації розвитку тваринництва на стійловому утриманні спостерігається порушення відтворювальних функцій у корів, що вимагає використання різного роду стимуляторів, гормонів, які частково разом із продукцією переносяться в людський організм і негативно на нього впливають. Промислова технологія виробництва м'яса й молока при висо-

кій концентрації поголів'я має низка суттєвих недоліків, зокрема не забезпечується повноцінне й збалансоване харчування тварин і доводиться вибраковувати значну кількість поголів'я через хвороби, яловість і травми. Утримання корів великими групами при застосуванні промислових технологій суперечить їх природі та є джерелом постійних стресів і хвороб. Необхідно зрозуміти, що гонитва за прибутками й нехтування природними психологічними та фізіологічними потребами тварин, характерними моделями поведінки призводить до економічних втрат і зниження корисних для людини характеристик тваринницької продукції.

Передумовами екологізації тваринництва є зростання попиту на екологічно чисті продукти харчування тваринного походження на фоні скорочення чисельності великої рогатої худоби, особливо в сільгосппідприємствах, і деградація інфраструктури тваринницької галузі, руйнування ферм та кормоцехів, інших споруд.

Через втрату економічної зацікавленості у веденні м'ясного та молочного тваринництва практично згорнута галузь кормовиробництва, що, у свою чергу, призводить до вирощування монокультур і порушення сівозміни. Крім цього, скорочуються посіви бобових культур і зменшується величина внесених органічних добрив, що призводить до зниження родючості ґрунту, прискорення ерозійних процесів унаслідок вирощування просапних культур і розорювання схилів з нахилом більше 7 градусів.

Перевагами екологізації тваринництва є:

1. Збереження біорізноманіття в районах, які межують з природними національними парками.

2. Сприяння утворенню екологічно стійких агроландшафтів.

3. Зупинення ерозійних процесів шляхом залуження еродованих земель і переведення малопродуктивних сільськогосподарських земель під культурні пасовища.

4. Можливість одержання екологічно безпечної тваринницької й рослинницької продукції завдяки комплексному веденню сільгоспвиробництва.

5. Підвищення родючості ґрунту завдяки внесенню органіки, посіву бобових культур, використання сидератів.

6. Зростання зайнятості сільського населення в трудомісткому тваринництві.

7. Ефективне використання земельних ресурсів, виходячи з їх кадастрової оцінки та бонітету.

Саме відповідно до останнього пункту при переході або запровадженні екологічних технологій утримання ВРХ і молочного стада необхідно здійснити моніторинг сільськогосподарських угідь на предмет їх відповідності умовам спеціальної сировинної зони. Зокрема, виходячи

з площі сільськогосподарських земель, що відповідають статусу спеціальної сировинної зони, можна визначити нормативну чисельність тварин.

Результати наукових дослідів і практика свідчать, що виробництво яловичини й молока може бути рентабельним за умови, коли в середньорічному раціоні годівлі тварин зелені корми займають понад 30 %. Але нині пасовищні корми в річному раціоні поголів'я становлять лише 10–12 %. Основна причина – мала частка лук і пасовищ у структурі сільськогосподарських угідь [Дишлевий, 2000][134].

Організація утримання молочного поголів'я за екологічними принципами передбачає мінімізацію витрат на корми, а також оптимізацію балансу виносу та надходження поживних речовин у ґрунті. Компонентами раціонів можуть слугувати кормові культури, які є характерними для кожного регіону (зелена маса природних лук і пасовищ, зелена маса сіяних злаково-бобових, кукурудзи, а також зерно пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи, гороху, бобів кормових, ріпаку, люпину). Місцеві локальні ґрунтово-кліматичні умови якнайкраще повинні сприяти отриманню оптимальних врожаїв перерахованих кормів. При цьому пріоритет у виборі тих чи інших компонентів раціонів слід надавати рослинам і препаратам біологічного походження, які сприяють посиленню як симбіотичної, так і асоціативної азотфіксації атмосферного азоту. Це, насамперед, залежить від збільшення частки багаторічних бобових трав на пасовищах і сіножатях. Пасовищний корм є найбільш збалансованим, повноцінним і дешевим. Собівартість 1 корм. од. його в 1,2–2 рази нижча, ніж скошеної зеленої маси багаторічних трав, і в 10 разів – ніж кормових коренеплодів.

Уміле використання системи утримання худоби, виходячи з ґрунтово-кліматичних умов і зменшення собівартості годівлі, дозволить підвищити рівень рентабельності продукції при незначному підвищенні ціни порівняно з продукцією, одержаною за традиційними технологіями.

Важливим аспектом екологізації тваринництва є також потужний соціальний наголос, зокрема початок відродження сільської місцевості завдяки підвищенню зайнятості у цій трудомісткій галузі. Зокрема, виробництво екологічно безпечної тваринницької продукції доцільно здійснювати в особистих селянських і невеликих фермерських господарствах, розвиток яких передбачений в багатьох державних програмах, наприклад у розвитку сільського та зеленого туризму.

Насправді негативні соціальні наслідки «технологічної революції у тваринництві» є предметом опікування відомих учених. Так, у двотом-

[134] Дишлевий В. А. Екологічне кормовиробництво для прибуткового ведення тваринництва в ринкових умовах / В. А. Дишлевий, Г. В. Дишлева // Проблеми розвитку тваринництва: міжвід. темат. зб. наук. пр. УААН, Черкас. Ін-т агропром. вир-ва. – К. : Аграрна наука, 2000. –Вип. 2. – С. 15–20.

ному звіті «Тваринництво в мінливому ландшафті»[135], одним із співавторів якого є професор біології та старший науковий співробітник інституту з навколишнього середовища Гарольд Муні, серед основних висновків зазначається:

1. Більш 1,7 мільярди тварин використовуються в тваринництві в усьому світі і займають більше однієї четвертої частини земель планети.

2. Виробництво кормів для тварин забирає близько однієї третини загальної орної землі.

3. На продукцію тваринництва припадає приблизно 40 % світового валового внутрішнього сільськогосподарського продукту.

4. Сектор тваринництва, в тому числі виробництво кормів і транспортування, є причиною близько 18 % усіх викидів парникових газів у всьому світі.

5. Хоча приблизно 1 млрд бідняків в усьому світі отримують принаймні частину своїх коштів для існування від одомашнених тварин, швидке зростання комерційного промислового тваринництва скоротило можливості працевлаштування для багатьох. У країнах, що розвиваються, таких як Індія і Китай, масштабне промислове виробництво витіснило багатьох невеликих сільських виробників, які підпали під додатковий тиск органів охорони здоров'я для задоволення продовольчих стандартів безпеки, як цього вимагає глобалізований ринок.

6. Хоча надмірне споживання продуктів тваринного походження, зокрема м'яса, молока і яєць, пов'язують з хворобами серця та іншими хронічними захворюваннями, ці продукти залишаються важливим джерелом білка і поживних речовин в усьому світіі.

Про актуальність проблеми екологізації тваринництва свідчить і те, що з 1600 до 1974 років на Землі зникло 63 види і 55 підвидів ссавців, у тому числі 11 % видів диких непарнокопитних, 8 % сумчастих, 3 % ластоногих, 2,6 % комахоїдних. Цей процес незворотний і небезпечний важкими наслідками для людства, чисельність якого, навпаки, досить інтенсивно зростає.

Сьогодні принцип охорони тваринного світу повинен базуватися на комплексі заходів, спрямованих на збереження самих тварин, а також на збереження середовища їх проживання, створення умов для їх розмноження і здійснення міграції.

Екологізація тваринництва на основі природних і екологічних законів гарантує збереження і навіть поліпшення якості природного довкілля,

---

[135] Спільна праця в рамках FAO, SHL, Woods Institute for the Environment, International Livestock Research Institute (ILRI), Scientific Committee for Problems of the Environment (SCOPE), Agricultural Research Center for International Development (CIRAD), and Livestock, Environment and Development Initiative (LEAD).

а також забезпечує виробництво екологічно безпечної тваринницької продукції шляхом оптимізації навантаження, підтримання і посилення факторів природного потенціалу через системи саморегулювання, самоподновлення, самозахисту тощо та прогнозованої керованості використання природного потенціалу.

Важливою умовою екологізації тваринництва є підвищення його продуктивності (високі прирости, молочна, яєчна та інша продуктивність, якість продукції). Це дозволить зменшити поголів'я тварин всіх галузей тваринництва при зростанні обсягів виробництва цієї продукції.

Важливо розширювати умови для пасовищного утримання тварин, особливо великої рогатої худоби. Розширення галузі м'ясного скотарства створює умови, при яких зростання обсягів виробництва яловичини дозволяє значно зменшити витрати праці (на 1 ц приросту – до 5–6 людиногодин), енергії та інших ресурсів, а також підвищити ефективність використання плавнів, боліт, байрачних та інших угідь, ресурсів лісового фонду тощо.

Природно-кліматичні умови в Україні дозволяють утримувати на пасовищі м'ясну худобу (корів із телятами) до 7–8 місяців протягом року. Галузь вівчарства також невибаглива до утримання (не вимагає високих капітальних витрат), дозволяє ефективно використовувати пасовища, пожнивні рештки на полях, низькоякісні корми, перетворюючи їх на баранину з низьким вмістом холестерину (до 24 мг/% проти 75 мг/% у складі яловичини), молоко овець (стимулює функцію печінки, виводить «шлаки» з судин, чим профілактує інфаркт), вовну (винятково екологічна і природовідповідна сировина для виготовлення одягу), овчини, смушки тощо. Засвоєння клітковини корму в овець на 20 % вище, ніж у великої рогатої худоби. В Україні виробляється менше 0,7 кг баранини на душу населення, тоді як у Новій Зеландії – до 30,5 кг, в Австралії та Китаї – по 20 кг, у Греції – 14 кг.

Значні можливості екологізації має свинарство за рахунок ін.тенсифікації галузі та вдалого поєднання з іншими, наприклад скотарством, вирощуванням зернових злаків тощо.

Екологізація тваринництва вимагає вдалого вибору місця для розбудови тваринницьких приміщень, щоб усунути можливість потрапляння стоків сечі, скидів гною до водойм. Сечу і гній слід використовувати як цінні органічні добрива. Їх не можна накопичувати великими масами біля ферм, у байраках, лісосмугах тощо. Вони не повинні бути середовищем для розмноження мух, гельмінтів тощо.

Виведені за межі тваринницьких приміщень гнойові стоки підлягають утилізації. Рідкий гній транспортують пересувними засобами або насосами. Низка технологічних схем передбачає розподіл рідкого гною на тверду й рідку фракції. Тверду фракцію складають на спеціальних

майданчиках для нагромадження, карантинування, біотермічного знезараження і вивозять на сільськогосподарські поля під заорювання. Рідку частину (стічні води) відвозять у ємності-сховища, безпосередньо на поля для очищення і поливу культур дощувальними установками або стаціонарними системами зрошення. Стічні води очищають механічними та біологічними методами.

Найбільш поширені у практиці механізми для механічного розподілу рідкої й твердої фракцій – відстійники. Залежно від конструктивного виконання вони можуть бути вертикальними, радіальними, комбінованими – металевими або залізобетонними.

Осад, що виділяється зі стічних вод, періодично або безперервно видаляють з відстійників, не допускаючи загнивання, ущільнення або цементування. Осад видаляють під гідравлічним тиском гідроелеваторами, насосами, грейферами або спеціальними скребками. Вологість вивантажуваного осадку становить 72–93 %.

Біологічні методи знезараження стічних вод ґрунтуються на хімічному окисленні органічних речовин і пригніченні або знищенні патогенних мікроорганізмів активним мулом чи плівкою. Мікроорганізми, що містяться в субстраті, в присутності кисню переводять органічні речовини в мінеральні сполуки. Органічні речовини використовуються мікроорганізмами для життєдіяльності і як пластичний матеріал для збільшення маси. Відпрацьована плівка змивається проточною стічною водою і виноситься з біофільтру.

Біологічні методи найбільш перспективні в економічному й екологічному відношенні. Вони дають можливість не тільки вилучати з водних розчинів, але й повторно використовувати у виробництві деякі забруднювачі, в тому числі й важкі метали і навіть радіоактивні елементи. Процеси окислення й інактивації протікають у спеціальних спорудах – біологічних фільтрах, аеротенках, біологічних ставках, на полях зрошення і фільтрації.

Біологічні фільтри являють собою металеві або залізобетонні резервуари, заповнені фільтрувальним матеріалом (шлак, керамзит, гравій, пластмаса, щебінь та інші).

Останнім часом створено і спеціальний фільтр, який знешкоджує рідину свинячого гною. Він дає змогу в гранично короткі терміни вирощувати зелену масу і потім сам перетворюватися на корм. Такі властивості мають цеоліти.

Аеротенки використовують для біологічного очищення великої кількості стічних вод. Вони являють собою бетонні або залізобетонні резервуари, через які повільно протікає суміш активного мулу і попередньо відстояної стічної рідини. Для підтримання мулу в завислому стані й подачі кисню рідину безперервно аерують. Активний мул, що вводиться в аеротенки, являє собою субстрат, який заселений мікроорганізмами-

мінералізаторами, здатними адсорбувати й окисляти в присутності кисню повітря органічні речовини стічних вод.

Біологічні ставки – окислювальні (аеробні) й відновні (анаеробні) – дуже поширені при очищенні стічних вод свинокомплексів у природних умовах. Інтенсифікація знезараження стічних вод у біологічних ставках досягається за допомогою аерування їх мікроводоростями. Останні активно поглинають мінеральні сполуки, підлужують середовище до pH 9–10, що сприяє інгібуванню сапрофітної й патогенної мікрофлори.

Для очищення стічних вод можна також використовувати екотопи, які утворюються в ґрунті при аеробному розкладі рослинних решток сапрофітними мікроорганізмами і служать попередниками гумінових сполук. Якщо такі стічні води скидають у технологічний ставок, то після застосування екотопів залишену частину забруднювачів можна виділити в осад за допомогою солей заліза чи алюмінію. Пізніше рослини зі ставків можна зібрати і спалити, а попіл відправити на відповідні підприємства. Така технологія очищення дає можливість створити безвідходні виробництва із замкненим водообігом.

Одним зі способів очищення стоків тваринницьких комплексів є використання їх для поливу сільськогосподарських культур. При зрошуванні стічними водами відбувається їх ґрунтове доочищення, що створює сприятливі умови для охорони навколишнього середовища і дає змогу одержувати гарантовано високі врожаї.

Використання безпідстилкового гною великої рогатої худоби для зрошення сільськогосподарських угідь поліпшує екологічний стан навколишнього середовища в зонах тваринницьких комплексів, підвищує у ґрунті вміст органічної речовини, дещо зменшує кислотність ґрунту й поліпшує його фізико-хімічні властивості. Крім того, правильне застосування безпідстилкового гною не тільки підвищує родючість ґрунту, але й поліпшує якість кормових культур.

Разом з тим при використанні такого гною у зрошуваному землеробстві необхідно враховувати, що він і забруднені ним компоненти можуть виявитися факторами передачі збудників інфекцій, у тому числі загальних для тварин і людини. Тому для використання гнойових стоків необхідно підбирати земельні ділянки із рівнинним рельєфом, без замкнених блюдцеподібних понижень, що запобігає надходженню стоків у водойми і в підґрунтові води. Рослинницьку продукцію доцільно використовувати для виготовлення трав'яного борошна, сінної різки, гранул, силосу й сінажу. При згодовуванні трав у вигляді зеленого корму або на пасовищах необхідно витримувати 30-денну перерву між останнім зрошенням кормових угідь гнойовими стоками і початком випасання кормових культур.

Набагато складніша проблема використання для зрошення гнойових

стоків свинокомплексів, на яких виробляється більше чверті всієї продукції свинарства. Згідно з нормами площі сільськогосподарських угідь для утилізації всього обсягу стоків від комплексу потужністю 24 тис. свиней на рік становить 660 га, 54 тис. – 1535 га, 108 тис. – 3070 га.

Дуже важливо правильно визначити гранично допустимий рівень внесення рідкого гною. Він залежить від властивостей і родючості ґрунту, хімічного складу гною, виносу поживних елементів культурами та інших факторів.

Якщо культури виносять менше елементів живлення, ніж вноситься з добривами, то вони більшою мірою вимиваються з ґрунту, забруднюючи підґрунтові води. Крім того, високий вміст солей, особливо в посушливі роки, може знизити врожай культур.

Великий інтерес викликають оптимальні строки внесення безпідстилкового гною. В основних землеробних районах нашої країни майже на всіх ґрунтах, за винятком піщаних і супіщаних, а також у районах надмірного зволоження під ярі культури найбільш ефективно гній вносити під зяблеву оранку.

Для захисту навколишнього середовища від забруднення при використанні безпідстилкового гною необхідно суворо дотримуватися комплексу заходів:

1. Застосовувати науково обґрунтовані норми внесення безпідстилкового гною, розраховані на забезпечення потреби культури в поживних речовинах для одержання запланованого врожаю. При цьому не буде нагромаджуватися надлишок нітратів у рослинах та інфільтрації їх у підґрунтові води.

2. Не можна вносити безпідстилковий гній на ділянках орних земель, що затоплюються.

3. Безпідстилковий гній необхідно вносити з урахуванням рельєфу в поєднанні з протиерозійним обробітком ґрунту, тобто з глибокою і контурною оранкою, з розпушенням орного шару ґрунту, кротуванням, лункуванням тощо. Це підвищує водопроникність ґрунту і запобігає забрудненню водних джерел поверхневими стоками.

4. Не можна залишати поля незасіяними, максимально використовувати післяжнивні культури. Це обмежує поверхневий стік гною й інфільтрацію нітратів.

5. Максимально застосовувати прийоми, що забезпечують біологічне поєднання і закріплення азоту в органічних сполуках за допомогою мікрофлори ґрунту.

Ефективним заходом боротьби зі втратами азоту безпідстилкового гною є застосування в поєднанні з подрібненою соломою, залишеною після збирання зернових культур, а також з післяжнивною сівбою небобових си-

дератів (ріпак, свиріпа тощо), що мають, як і солома, широке співвідношення водню до азоту.

Останнім часом розроблені безвідходні технології підготовки і використання стоків свинокомплексів. На базі біологічних та інженерних розробок втілюється у виробництво замкнена біологічна система підготовки й раціонального використання стоків свиноферм, що відповідає ветеринарно-санітарним і гігієнічним вимогам.

Ця система включає гравітаційний розподіл стоків на фракції у фільтраційно-осаджувальних спорудах із подальшим витримуванням одержаної тут після зневоджування твердої фракції, її компостуванням, біотермічним знезараженням на майданчиках і використанням як цінного органічного добрива. Рідка фракція надходить у ставок-нагромаджувач, потім у секційні рибоводно-біологічні ставки (водоростеві, рачкові, рибоводні) й очищена – у ставок чистої води, з якого її використовують в оборотній системі технічного водозабезпечення комплексу.

Рибоводно-біологічні ставки функціонують у теплий період року. Так, у водоростевому ставку створюються сприятливі умови для життєдіяльності фітопланктону. Водорості утилізують біогенні елементи стоків і збагачують середовище киснем, що прискорює очистку стоків. На цій стадії активно розвивається біомаса бактерій, простіших і водоростей.

Із водоростевого ставка стоки, збагачені продуктами метаболізму бактерій, простіших, водоростей і їх біомаси, надходять у рачковий ставок. У ньому очищення досягає ступеня, який забезпечує можливість активного розвитку личинок різних видів комах, вислоногих і різних видів рачків-фільтратів. Значно збагачується гідробіоценоз новими видами водоростей і тваринних організмів. Завдяки цьому відбувається подальше очищення стоків.

Із рачкового очищені стоки надходять у рибоводний ставок, у якому біоценоз збагачується новими видами гідробіонтів. Середовище, що надходить з рачкового ставка, містить зообіомасу водоростей, які є кормом мальків коропа, що заселяють водойму. Під впливом життєдіяльності гідробіонтів – мешканців рибоводного ставка у першу чергу, рачків-фільтратів, личинок комах, мальків коропа – відбувається остаточне очищення стоків за показниками чистої води, придатної для господарських цілей підприємства.

Одержана вода перекачується у сховище чистої води і використовується в системі зворотного водозабезпечення підприємства; цьогорічного малька коропа відловлюють і передають у рибоводні господарства.

У стоках, оброблених у біотехнологічній системі, немає збудників хвороб. Це дає можливість застосовувати їх як у зворотному водозабезпеченні комплексів, так і при зрошенні пасовищ, кормових культур, які використовують для племінного поголів'я без додаткової термічної і біохімічної обробок.

Значно поширений на тваринницьких об'єктах біотермічний метод знезараження твердої фракції гною вологістю не вище 70 %. Біотермічний метод засновано на утворенні в знезаражуваній масі високої (+60ºС) температури і витримуванню протягом одного місяця в теплий період року і два місяці – в холодний. Якщо вологість гною перевищує 70 %, період витримування треба збільшити до 5–6 місяців.

Таким чином, визнаючи в цілому наявне навантаження на природу і негативний вплив стоків тваринницьких підприємств, необхідно відзначити і їх позитивний вплив. Вони як джерело гумусу – основного фактора родючості ґрунту – впливають на родючість і фізико-хімічні, агрофізичні й біологічні властивості ґрунту. Як джерело макро- і мікроелементів, вуглекислого газу, гній суттєво поліпшує баланс біогенних елементів у землеробстві, значно підвищує продуктивність сільськогосподарських культур, поліпшує якість урожаю.

Негативний вплив тваринницьких комплексів на природу значною мірою знизить або взагалі виключить при виконанні заходів, які полягають у тому, щоб правильно розміщувати комплекси по відношенню до населених пунктів, мати достатню землеробську площу для використання гною, витримувати обґрунтовані норми навантажень поголів'я худоби на 1 га, використовувати стоки з поливною водою при дощуванні, застосовувати зелені насадження. Наприклад, вміст нітратів у стоках тваринницького комплексу при проходженні через лісонасадження зменшується від 23 до 4,2 мл/г, нітритів – від 1,42 до 0,12 мг/л, фосфору – в 1,5 рази.

В той же час відходи тваринництва – це цінна сировина в системах біоконверсії. Використовувати її як пальне необхідно не в останню чергу. Слід враховувати, що в процесі господарської діяльності велика кількість біомаси залишається невикористаною. Розвиток сільськогосподарського виробництва і прогрес у нагромадженні продуктів харчування залежать від ґрунтових, водних, енергетичних та біологічних ресурсів. Якщо перші три види ресурсів розглядаються як обмежені, то біологічні ресурси можна відновлювати. Першочергового значення при цьому набувають питання поліпшення існуючих та створення нових високопродуктивних, стійких до біотичних і абіотичних факторів сортів рослин, порід тварин, корисних штамів мікроорганізмів. Важливу роль у вирішенні цих питань займають біотехнологічні методи, які сприяють перетворенню сільського господарства на високоефективну, конкурентоздатну, екологічно безпечну галузь.

Гній і солома озимих хлібів – це не лише органічні добрива. При раціональному використанні з їх маси можна мати біогаз, бактеріальний протеїн і екологічно чисте добриво для екологічно чистих технологій вирощування польових культур. Тому разом із традиційним використанням гною і решток іншої біомаси, зокрема соломи, важливо їх утилізувати з виробництвом біогазу – цінного палива та бактеріального протеїну. Такі

способи використання побічної продукції рослинництва економічно більш вигідні й екологічно чисті.

На сучасному етапі бурхливо розвивається екологічний напрям біотехнології, який включає розроблені біотехнології оздоровлення і захисту довкілля та забезпечення екологічно безпечного маловідходного виробництва. Вони забезпечують утилізацію відходів тваринництва, зокрема гнойової біомаси, промислових, побутових і рослинних залишків шляхом метанового бродіння та вермикультивування. Процес утилізації з участю метаноутворюючих мікроорганізмів проходить у спеціальних біогазових або біоенергетичних установках (БГУ або БЕУ), у яких за рахунок анаеробної біоконверсії біомаси відходів одержують енергоносій у вигляд біогазу і високоякісно знешкоджене концентроване органічне добриво.

Основним компонентом біогазу є метан в концетрації від 50–80 %. Він є екологічно чистим і конкурентноздатним енергоносієм. Вихід біогазу і його склад залежать як від якості вихідної сировини (вміст та хімічний склад органічної речовини, вміст і співвідношення C:N, вміст твердих частинок та ін.), так і від параметрів процесу метаногенезу (t°, pH середовища, тривалість бродіння, наявність інгібіторів і каталізаторів).

Отже, впровадження безвідходних технологій на базі біотехнології в тваринництві має багато позитивних сторін: усувається проблема знешкодження відходів тваринництва та харчової промисловості, збільшується білково-мінерально-вітамінна кормова база, підвищується доля поновлюваної енергетики в загальній енергетичній картині України, є ресурс підвищення та відновлення родючості ґрунтів.

Екологізація тваринництва передбачає також «оприроднення» штучних екотопів, в межах яких утримуються тварини завдяки озелененню територій тваринницьких ферм, створенню зелених насаджень дерев і чагарників навколо них. Цей захід дуже тісно пов'язаний з ідеєю біорізноманіття і охороною природного генофонду сільськогосподарських тварин. Так, підраховано, що види тварин і породи, які експлуатуються людиною, зникають ще з більшою швидкістю, ніж дикі тварини. Ці процеси в екології одержали назву «генетична ерозія». Природа ефективно уникає «генетичної ерозії» за рахунок видового різноманіття. А в галузі сільськогосподарського тваринництва видове і породне різноманіття під тиском антропогенних факторів незворотно збіднюється. Навіть у межах біосфери видовий склад спрощується. Є підстави вважати, що якщо цей процес докорінно не змінити, то через 100 років половина видів, які існують у природі, зникнуть.

Якщо на сьогодні в країнах світу нараховується понад 1000 порід великої рогатої худоби, понад 600 порід овець, майже по стільки ж сотень порід свиней і коней, то їх можуть залишитися одиниці. Катастрофічно змі-

нюється породний склад тварин і в Україні. Так, до 1990 року велика рогата худоба в Україні була представлена чистопородними тваринами, а в 1997–1998 роках породний склад тваринництва різко змінився: переважають «синтетичні» породи, одержані шляхом багатопородних схрещувань.

Породи сільськогосподарських тварин сьогодні також потребують заповідання (створення колекційних стад у господарствах науково-дослідних закладів, спеціальних відділів у зоопарках, спеціальних ферм-музеїв при навчальних та аграрних закладах тощо).

Нагальним є створення Червоної книги України сортів рослин і порід тварин. Наприклад, повністю зникла порода коней «Українська степова». Коні цієї породи були кудлаті, влітку і взимку жили під відкритим небом, харчувались підніжним кормом. Вони були невеликі на зріст, але надзвичайно міцні й витривалі. Під загрозою знищення є сіра українська, білоголова українська, бура карпатська, пінцгау та інші аборигенні породи великої рогатої худоби. Така ж ситуація склалася в свинарстві і вівчарстві. Майже знищені волошські, решетилівські, сокольські та інші породи овець. Знищена українська довговуха порода свиней. Для вирішення цієї проблеми в багатьох країнах заснована Червона книга домашніх тварин.

Вдалим прикладом охорони рідкісних порід сільськогосподарських тварин є робота Чиллінгемського парку графства Нортамберленд, який знаходиться на кордоні Великобританії та Шотландії. Тут утримується унікальне стадо білої великої рогатої худоби. Ці тварини живуть у Чиллінгемі приблизно з XIII століття. Ще в той час 600 га території парку обгородили стіною, щоб розводити цю худобу для одержання продукції.

Значний досвід збереження сірої української породи великої рогатої худоби накопичено науковцями біосферного заповідника «Асканія-Нова», де ці тварини цілорічно утримуються у вольєрах. Такий досвід збереження рідкісних і зникаючих порід сільськогосподарських тварин може бути використаний заповідниками, зоопарками України й інших країн світу.

Заходи збереження генофонду порід, що рекомендуються FAO, обґрунтовуються наступним:

1. У перспективі вимоги людей до продукції тваринництва і зміни системи її виробництва залежно від ринкової кон'юнктури важко передбачити, тому можуть відбутися якісні зміни параметрів функціонування організмів тварин, що будуть різко відрізнятися від сучасних.

2. Породні популяції акумулювали віковий досвід й інтелект людини, тому заслуговують їх збереження як важливих елементів науково-культурної спадщини.

3. На певному етапі аборигенні породи, будучи малоефективними при чистопородному розведенні, можуть із користю використовуватись у певних програмах схрещування.

4. В експериментальних умовах утримування адаптовані аборигенні породи можуть конкурувати з культурними породами, які більш вимогливі до умов утримання та годівлі.

5. Локальні породи, як правило, пов'язані з історією регіону їх мешкання, є складовою частиною загального процесу розвитку тваринництва і тому мають виховне значення, у тому числі як раритети, як пам'ятники науки і культури, як об'єкти туризму тощо.

6. Аборигенні породи характеризуються високою природовідповідністю, резистентністю до інфекційних захворювань тощо. Вони можуть бути використані в майбутньому в процесі формування трансгенних тварин.

7. Локальні породи мають особливу цінність у визначенні генетичних і фізіологічних зв'язків з новими селекційними формуваннями.

Завдання раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища в процесі сучасного сільськогосподарського виробництва повинні розкриватися в чітких і конкретних екологічних заходах і вимогах. Спорудження тваринницьких комплексів і агропромислових підприємств вимагає дотримання встановлених правил щодо забезпечення об'єктів, що вводяться очисними пристроями, а також проведення заходів з утилізації відходів шляхом їх ефективного використання в сільському господарстві.

Тваринницькі ферми і комплекси повинні мати необхідні санітарно-захисні зони й очисні споруди, що виключають забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод, поверхні водозборів водойм і атмосферного повітря. Для об'єктів сільського господарства, які є джерелами впливу на довкілля й здоров'я людини, залежно від потужності, умов експлуатації, характеру і кількості виділюваних у навколишнє середовище забруднюючих речовин, створюваного шуму, вібрації та інших шкідливих фізичних факторів, а також з урахуванням передбачених заходів щодо зменшення несприятливого впливу їх на довкілля і здоров'я людини, відповідно до санітарної класифікації встановлюються такі розміри санітарно-захисних зон:

- Клас I – санітарно-захисна зона 1000 м встановлена для свинарських комплексів, комплексів великої рогатої худоби.
- Клас II – санітарно-захисна зона 500 м для звірівницьких ферм (норки, лисиці та ін).
- Клас III – санітарно-захисна зона 300 м для вівчарських та кролівницьких ферм.
- Клас IV – санітарно-захисна зона 100 м для меліоративних об'єктів з використанням тваринницьких стоків.
- Клас V – санітарно-захисна зона 50 м для господарств з утриманням тварин (свинарники, корівники, розплідники, стайні, звіроферми) до 50 голів.

Порушення зазначених вимог несе за собою обмеження, призупинення або припинення екологічно шкідливої діяльності сільськогосподарських об'єктів за розпорядженням спеціально уповноважених на те державних органів у сфері охорони навколишнього природного середовища, санітарно-епідеміологічного нагляду.

Важливою умовою екологізації галузі тваринництва, повинне стати прагнення завоювати ринок органічної (екологічно безпечної) продукції. В Україні ще не сформована повноцінна інфраструктура ринку органічної продукції, яка б дозволила забезпечити вільний і прозорий її рух. Товарний асортимент національної органічної продукції на ринку представлений переважно продукцією рослинництва: зернові, олійні культури, овочі та фрукти. У галузі тваринництва переважно розвивається свинарство та бджільництво, і вся продукція реалізується як сировина. На жаль, практично не представлена продукція скотарства та птахівництва. За 2009–2012 роки внутрішній ринок споживання сертифікованих органічних продуктів подвоївся з 1,2 до 2,4 млн євро. Найбільшим попитом при цьому, як у Києві так і в інших регіонах України, користуються свіжі якісні молочні продукти, свинина, яловичина.

Наприкінці 2009 року на замовлення асоціації «БІОЛан Україна» за підтримки FiBL компанією Gfk Ukraine було проведене дослідження, яке засвідчило наявність в усіх регіонах України повного розуміння, що таке органічна продукція і бажання таку продукцію споживати.

Слід зазначити, що позитивні зрушення вже відбулися. 21 квітня 2011 року Верховна Рада України ухвалила Закон України «Про органічне виробництво», який набув чинності 1 січня 2012 року. Цим документом визначаються правові, економічні та соціальні основи ведення органічного сільськогосподарського виробництва, вимоги щодо вирощування, виробництва, переробки, сертифікації, маркування, перевезення, зберігання та реалізації органічної продукції.

Потенціал такого тваринництва в Україні оцінюється вище середнього. Родючий ґрунт – добра основа для сівозмін. Переважно травоїдні тварини найбільше підходять для паузи обробки при сівозміні конюшиною, їх використовують, аби дістати високоякісну продукцію та тверді й рідкі органічні добрива для сільськогосподарських культур. Системи малих внесень з адаптованими породами корів для виробництва молока й м'яса та випасання тварин повинна заохочувати держава. Такий вид виробництва допоможе зменшити витрати на робочу силу й техніку. Крім того, розвиток органічного тваринництва допоможе відродженню українського села, оскільки лише в межах селянського господарства можливе індивідуальне дбайливе ставлення до тварин. Адже будь-які відносини людей з тваринами мають ґрунтуватися винятково на повазі. Кожна домашня

тварина – чутлива й унікальна істота, яка цілковито залежить від людей. Саме тому таким дбайливим доглядом досягається найважливіша мета тваринництва в органічному господарюванні – профілактичний і цілісний підхід до здоров'я сільськогосподарських тварин, який закладає підґрунтя для високоякісної тваринницької продукції в циклі багатофункціонального органічного господарства.

Виробництво такої продукції – невід'ємна частина органічного господарства, безземельне утримування тварин в якому не дозволено. У всіх тварин у господарстві має бути доступ до вільного вигулу. Чисельність їх обмежена еквівалентом 170 кг азоту/гектар. Тварин екстенсивного утримування можна випасати на землі органічного господарства. А органічних – на землі екстенсивного неорганічного господарства чи звичайній.

Загальні принципи для утримування тварин в органічному сільському господарстві:

1. Перехідний період. Якщо господарство переходить на органічний вид господарювання чи мусить купувати звичайних тварин, то перехідний період становитиме: 6 тижнів – для курей-несучок, 10 тижнів – для м'ясних птахів, 6 місяців – для овець, кіз, свиней і молочних тварин та 12 місяців – для коней, великої рогатої худоби, буйволів і бізонів.

Зазвичай тварини походять з органічних господарств. Кожне з них повинне насамперед використовувати адаптовані породи, які можуть пристосуватися до їхнього середовища. Задля розведення дозволено закупівлю неорганічних самців. Для збільшення поголів'я або з огляду на особливі обмеження дозволено закуповувати самиць з неорганічних господарств (10 % – для великої рогатої худоби чи 20 % – для свиней, овець і кіз).

2. Корм для органічних тварин. Усі корми для таких тварин мають бути органічними. Зокрема, усіх ссавців слід вигодовувати на натуральному молоці: велику рогату худобу, буйволів та зубрів – протягом принаймні 3 місяців, овець і кіз – 45 днів, а свиней – упродовж 40 днів. Примусові методи вигодовування категорично заборонено. Раціон травоїдних тварин має містити щонайменше 60 % грубого корму. Годівля тварин не повинна конкурувати з їжею, яку споживають люди. Передусім корм треба використовувати для годівлі тварин і дотримуватися закритого циклу в господарстві. Придбані органічні корми використовуються для доповнення власних та збалансування дієти для тварин.

Основними тваринами на органічних господарствах мають бути жуйні. Вони перетворюють траву на високоякісні продукти для людей. Люди, звісно, не можуть використовувати траву як їжу. Виробництво молока – найефективніший спосіб перетворення трав'яного білка й енергії на їжу. Свиней та домашню птицю слід розводити як додаток до жуйних тварин

і заради подальшого використання побічних продуктів виробництва їжі для людей. Інакше свині та птиця будуть прямими конкурентами за людські харчі, якщо їх здебільшого відгодовувати зерном чи соєю.

3. Профілактика захворювань та ветеринарне лікування. В органічному господарюванні основний принцип здоров'я тварин: «Запобігання краще, ніж лікування». Тому всі заходи та рекомендації щодо ведення тваринництва та годівлі спрямовані на підтримання здоров'я тварин і мінімізацію стресу. Якщо худоба чимось хворіє, в лікуванні слід використовувати насамперед фітотерапевтичні речовини та гомеопатичні препарати. Застосування хімічно синтезованих алопатичних ветеринарних лікувальних препаратів чи антибіотиків дозволено лише за призначенням ветеринара. Якщо здійснено понад 2 лікування із застосуванням хімічно синтезованих алопатичних ветеринарних препаратів, продукцію необхідно маркувати як звичайну. Потрібно вести ретельні записи всіх видів застосованого лікування. При цьому вакцинація тварин дозволена за умови дотримання двох обмежень. Перше обмеження – якщо існує або очікується спалах інфекційного захворювання у районі, де розташоване господарство, і ці захворювання неможливо попередити іншими профілактичними засобами. Друге – коли вакцинація вимагається законом.

Хірургічне втручання може застосовуватися лише задля безпеки, зменшення страждань та задля здоров'я і добробуту тварин. Допускається проведення таких хірургічних операцій: кастрація, обрізання хвостів, видалення рогів тощо. Перед або під час перевезення тварин заборонено застосовувати синтетичні транквілізатори. Заборонено застосовувати субстанції синтетичного походження для стимулювання виробництва продукції та для збільшення приросту живої маси, або гормони, завдяки яким контролюють розмноження.

Всі ці особливості органічного тваринництва вимагають від ветеринарних лікарів нового розуміння, більш ретельного складання планів профілактичних заходів та контролю за станом організму тварин.

4. Розведення тварин та управління тваринництвом. Мета органічного сільського господарства – розводити продуктивних та адаптованих тварин в його екологічних і кліматичних межах. Породи мусять пристосовуватися до місцевих умов. Перевагу віддають природному способові розведення, хоча прийнятне й штучне запліднення тварин. Системи розведення мають допускати розмноження тварин без участі людини. Використання технології перенесення ембріонів та клонування заборонено. До 2013 р. прив'язний спосіб утримування тварин був заборонений, окрім невеликих господарств (до 30 голів корів, зокрема й телят). Тому всіх тварин треба утримувати неприв'язаними й забезпечувати їм доступ до відкритих пасовищ.

5. Зоотехнічні засоби. Загалом калічити тварин заборонено. Задля безпеки та з дозволу інспекційного органу дозволено такі заходи: обрізання хвоста, видалення ріг, кільцювання, стерилізація. Кастрацію допущено заради підтримання якості продукції та традиційного виробництва. Всі заходи має здійснювати кваліфікований персонал і за досягнення найбільш доречного віку, щоб мінімізувати страждання тварин.

6. Місця для вільного вигулу та утримування тварин. Всі тварини в органічних господарствах мають бути забезпечені достатнім простором для вільних рухів, свіжим повітрям, водою, кормом та денним світлом. У них має бути достатньо місця для відпочинку та укриття. Домашнім стадним тваринам на фермі необхідні можливості підтримування соціальної структури, тому відокремлене утримування їх заборонено система безземельного утримування також. Травоїдним тваринам необхідний доступ до пасовища, щоразу за сприятливих умов. Кінцева фаза відгодівлі може відбуватися в приміщенні в останню 1/5 частину життя. Слід також створити сухі та добре ізольовані місця для яйцекладки. Густота тварин на пасовищах має бути достатньо низькою, щоб запобігти надмірному їх випасові. Птахів потрібно розміщувати на відкритому повітрі, утримування в клітках неприйнятне. Визначено й особливу густоту посадки та вік для забою. Водоплавним птахам треба забезпечувати за належних умов доступ до струмків чи озер.

Умови вирощування тварин за органічними стандартами

Заборонено	Дозволено
Годувати тварин штучними та ГМ-кормами, кістковим борошном	Використовувати органічні сертифіковані природні корми для кожного виду тварин
Лікувати антибіотиками	Лікувати фітопрепаратами та гомеопатією
Використовувати гормони росту	Використовувати свіжі якісні корми, забезпечувати вільне випасання на сертифікованих пасовищах
Тримати тварин у клітках і боксах без можливості вільно рухатися	Надавати тваринам змогу вільно пересуватися в приміщеннях та майданчику на свіжому повітрі
Відлучати стадних тварин один від одного	Утримування стада однією сім'єю
Результат: руйнування природи тварини	Результат: розвиток здорової гармонійної тварини

Переваги органічного тваринництва перед традиційним:

1. Органічне тваринництво не використовує антибіотиків, гормонів, стимуляторів росту, ГМ-кормів та ГМ-тварин. За органічними стандартами не дозволено годувати тварин антибіотиками, гормонами та стимуляторами росту, ГМ-продуктами. Натомість їх вирощують у здоровому довкіллі, годують сертифікованими органічними кормами, які мають ширший спектр поживних речовин. Тому органічні тварини здоровіші за вирощених у промислових умовах.

2. Тварини не хворіють на коров'ячий сказ. Практика згодовування худобі решток інших тварин призвела до виникнення у великої рогатої худоби коров'ячого сказу, хвороби, що руйнує центральну нервову систему та мозок. Вона передається людям, які споживають м'ясо хворих тварин. У людей ця хвороба проявляється тривалим інкубаційним періодом і складним перебігом.

За органічними стандартами до раціону тварин належать стовідсотково органічні корми. Згодовування їм кормів тваринного походження, наприклад кісткового борошна, суворо заборонено. Тому споживаючи цілком органічне м'ясо, можна бути впевненим, що тварин годували лише сертифікованими органічними продуктами.

3. Органічне тваринництво передбачає більш гуманне, етичне поводження з тваринами. Індустріальні ферми утримують тварин у тісних клітках і стійлах, де тварини не можуть вільно пересуватися; часто вони не рухаються більше, ніж на кілька кроків за все життя. Худоба ж, вирощена в органічних умовах, убезпечена від жорстокості та стресів.

4. Гній від органічних тварин оздоровлює ґрунт. Органічні ферми застосовують його у власному господарстві як добриво для підтримання родючості ґрунту. Вони отримують «чистий» гній, позаяк тварин годують лише натуральними органічними кормами. Індустріальні ж ферми забруднюють ним довкілля. Масштаби виробництва гною тут настільки великі, що почасти надто ризиковані для здоров'я людини. Надлишок гною може забруднити підземні води кишковою паличкою й іншими збудниками небезпечних хвороб.

5. Унеможливлено використання шкідливих хімічних речовин. Синтетичні пестициди та добрива не використовують ні для підживлення, ні в харчуванні. Залишки стійких хімічних речовин, (ДДТ, ПХД, діоксини, пестициди) накопичуються в тваринному жирі, тому споживання органічного сала та м'яса обмежує їх вплив на організм. До раціону тварин у жодному разі не додають кормів зі вмістом пестицидів.

Фермери, які працюють на органічних фермах, не піддаються впливові шкідливих хімікатів. Органічне сільське господарство працює задля збереження здорового балансу ґрунту, зокрема тут застосовують сівозміни та інші методи підвищення його родючості. Органічне тваринництво –

гарантія чистоти ґрунтових вод і верхніх шарів ґрунту, навколишнього середовища, здоров'я фермерів та людства загалом.

6. Різноманітність. Індустріальні ферми спеціалізуються на вирощуванні лише окремих видів тварин: великої рогатої худоби, курей, свиней тощо, тоді як органічні господарства зазвичай одночасно утримують кілька видів худоби. Адже деякі види тварин, якщо їх утримувати ізольовано від інших, можуть деградувати й вимерти.

7. Органічне тваринництво споживає менше енергії та палива. Індустріальні ферми працюють на дешевому невідновному паливі. Від нього цілковито залежать виробництво, транспортування, переробка та збут продовольства. Без дешевого палива промислове сільське господарство було б занадто дорогим, а отже, неможливим. Органічні ферми використовують на 70 % менше енергії завдяки ретельному екологічному управлінню та використанню природної екологічної рівноваги. Тому органічне сільське господарство робить свій внесок у збереження природних копалин та зменшення парникового ефекту.

Потрібно здійснити великий обсяг робіт в органічному тваринництві, особливо в органічних молочних і м'ясних господарствах. Наполеглива праця дасть змогу реалізувати величезний потенціал українського органічного сільського господарства.

3.7. Екологічно замкнені цикли біоконверсії в агросфері

Прикладом екологічної конверсії з сировинно-ресурсним циклом замкнутого типу може слугувати досвід провінції Сичуань у Китаї. Селяни вирощують гриби на ферментованих залишках рисової соломи, якою після збору врожаю підгодовують свиней. Свинячий гній, в свою чергу, анаеробно зброджується у біогазових пристроях. Біогаз використовується як ефективне джерело енергії, органічний субстрат використовують для розведення черв'яків та риби. Черв'яки використовуються як корму для курчат, а вода зі ставків після виловлювання риби подається назад до біогазових реакторів. Ефективність такого господарювання сягає максимального екологічного, економічного та соціального рівня.

В Уманському національному університеті садівництва накопичений певний досвід розробки технологічних схем замкненого типу з високим ступенем біоконверсії органічних відходів. Зокрема, розроблена енергозберігаюча технологія вирощування овочів на продукт у зимовій теплиці ТП 810-25 із застосуванням альтернативних джерел енергії.

Даний проект розроблено для умов дослідного поля Уманського національного університету садівництва, враховуючи велику масу органічних відходів, яка щороку тут утворюється, а також задля необхідності

економії коштів на енергозабезпечення (рис.3.7.1). Проектована зимова теплиця для вирощування овочів у закритому ґрунті може працювати на комбінованих альтернативних джерелах енергії, до яких відносяться біогазова установка; сонячні батареї та колектори; вітровий електрогенератор.

Також як удобрення використовуються такі продукти вермикультури, як вермикомпост та біогумус, підготовлені у буртах, які прилягають до теплиці. Як сировина для вермикомпосту використовується солома, на якій вирощувались гриби. Після того, як солома поміщується у бурти (9), за участю популяції червоного гнойового черв'яка вона біологічно розкладається. Після того, як утвориться вермикомпост, його використовують у теплиці (1) як субстрат, на якому потім вирощують овочі. Продукти, вирощені на такому субстраті, будуть екологічно безпечні, оскільки використання агрохімікатів при їх вирощуванні зводиться до мінімума.

Біореаторна ділянка складається з ділянки з підготовки біореакторного субстрату (4), біореактораної установки на 5 $м^3$(2), газгольдера для накопичення біогазу (3), та котельні (7). Біогаз – продукт анаеробного бродіння органічних відходів. До складу біогазу входить: 60–75 % CH_4 (метан); 23–38 % CO_2 (двооксид вуглецю); 2 % H_2 (водень), H_2S (сірководень).

Взагалі подібні біогазові установки призначені для виробництва біогазу з органічних відходів сільськогосподарського виробництва шляхом розкладання і можуть бути використані для забезпечення селянських господарств газом на побутові потреби та високоякісним органічним добривом.

Як сировина для біореакторної установки використовується закуплений у фермерів гній, який не містить підстилки. Гній завантажують у біореактор, де під дією анаеробних бактерій відбувається бродіння. При утворенні біогазу він через трубу надходить у газгольдер, де накопичується. Потім біогаз подається на котельню, яка забезпечує теплицю теплом та гарячою водою.

На сьогодні існує два основних способи використання сонячної енергії:

- отримання теплової енергії за допомогою сонячних колекторів (водонагрівачів) (12);

- отримання електроенергії за допомогою фотоелементів сонячних батарей (11).

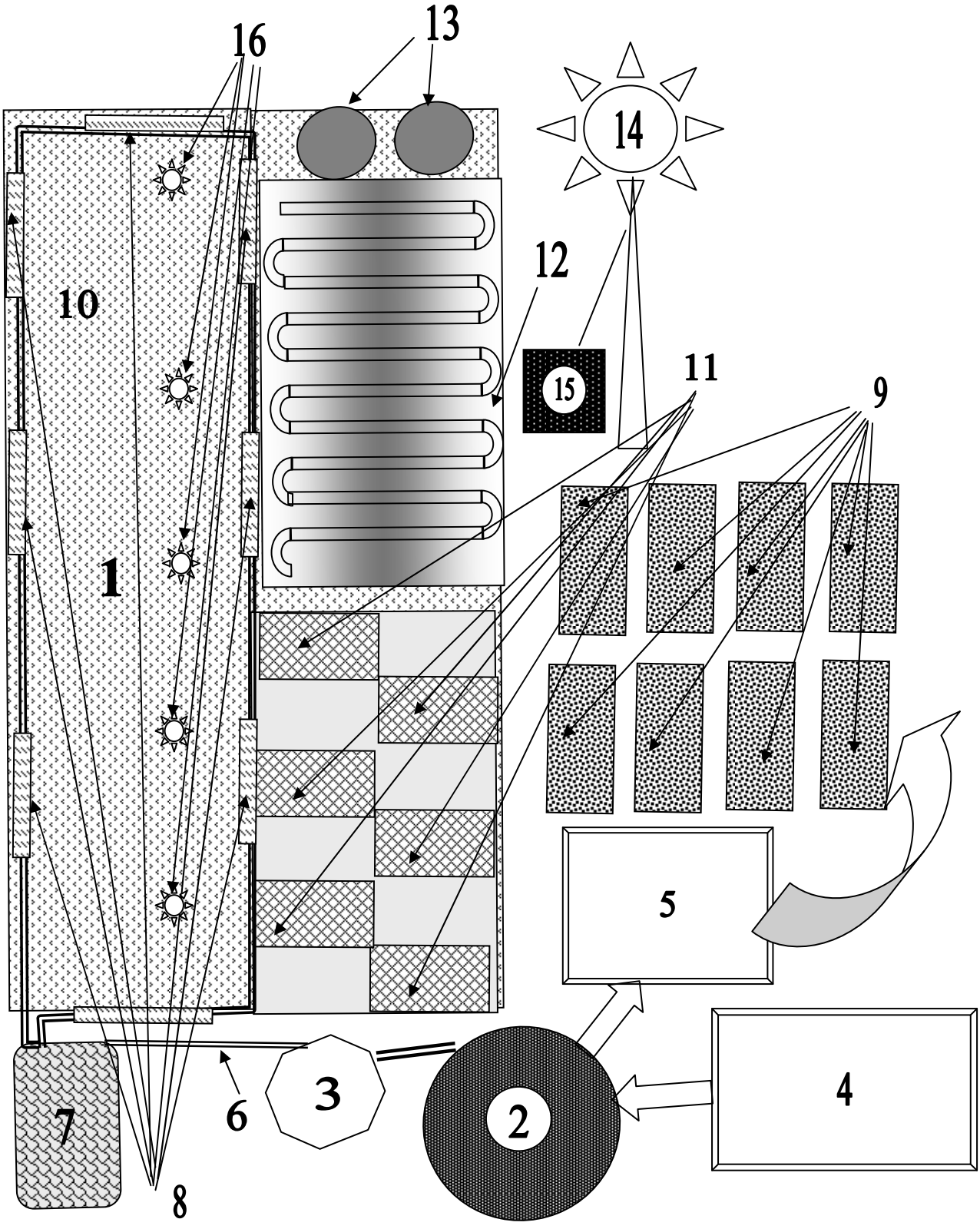


Рис. 3.7.1. **Конструкція зимової теплиці за екологічними принципами**

1. Зимова теплиця для вирощування овочів у закритому ґрунті; 2. Біореактор на 5 м^3 біореакторного субстрату; 3. Газгольдер для накопичення біогазу; 4. Ділянка підготовки біореакторного субстрату; 5. Ділянка підготовки вермикомпосту з відпрацьованого біореакторного субстрату; 6. Труба для транспортування біогазу; 7. Котельня; 8. Радіатори; 9. Бурти для отримання вермикомпосту; 10. Вемикомпост; 11. Блоки сонячних батарей; 12. Сонячний колектор; 13. Акумулятори-теплообмінники; 14. Вітроенергетична установка на 10 КВТ; 15. Блок управління ВЕС; 16. Освітлювальні елементи.

Одна сторона теплиці вкрита сонячними елементами і використовується для отримання електроенергії та підігріву води. Сонячні колектори в свою чергу складаються з колекторів (водонагрівачів) та Акумуляторів-теплообмінників (13). Сонячні колектори коштують – 4600 Є. Фотоелементи сонячних батарей – 3000 Є. За допомогою колекторів можна проводити обігрів теплиці та підігрів води; за допомогою фотоелементів сонячних батарей теплиця може забезпечуватись електроенергією.

Вітроенергетична установка на 10 Квт. Максимальна потужність вітрогенератора, яка може бути досягнута, становить 180–450 Квт за місяць з середньорічною швидкостю вітру 3–6 м/с. Оптимальна конфігурація складається з вітрогенератора (14) та блока управління ВЕС (15). Ціна такого вітрогенератора становить – 1000 Є. Електроенергія, здобута за допомогою вітрогенератора, буде використовуватись для освітлення теплиці та котельні. Використання комбінованих альтернативних джерел енергії дає змогу більш ефективно та стабільніше отримувати енергію. Через кліматичні та погодні умови неможливо отримувати постійну енергію, комбінування усуває цю проблему і створює ефективне її використання.

Запрошення до роздумів.: Чи вистачить родючості ґрунту наступним поколінням?

«Тремтячими руками я відвернув корок флакону з психотропною рідиною і ледь вдихнув різкий мигдалевий запах… потім протер очі і остовпів. Прекрасна, вкрита килимами зала з пальмами, із столами, заставленими кришталем, з майоліковими стінами і оркестром, під музику якого ми смакували печеню – зникла. Ми сиділи в бетонованому бункері за грубим дерев'яним столом, під ногами лежала пошарпана солом'яна ряднина. Музика лунала як і раніше – але з репродуктора, який висів на іржавому дроті. Замість люстр, що виблискують кришталем – голі, запилені лампочки. Але найжахливіше перетворення сталося на столі. Білосніжна скатертина зникла; срібне блюдо із запеченою в грінках куріпкою обернулося дешевою тарілкою із сіро-коричневим місивом, яке прилипало до алюмінієвої виделки... У заціпенінні дивився я на цю гидоту, яку тільки що із задоволенням їв, насолоджуючись хрускотом підрум'яненої скориночки...

Гілки пальми, що стояла неподалік, виявилися мотузками від кальсонів: якийсь суб'єкт сидів в компанії трьох приятелів прямо над нами – не на антресолі, а, скоріше на полиці, настільки вона була вузька. Тиснява тут панувала неймовірна! Я боявся, що очі в мене вилізуть з орбіт, але страхітливе видіння застигло і стало знову розпливатися, немовби за ве-

лінням чаклуна. Мотузки над моєю головою зазеленіли і знову покрилися листям, помийне відро що смердить за милю, перетворилося на різьблений квітковий вазон, брудний стіл заіскрився білосніжною скатертиною. Заблискали кришталеві чарки, сіре місиво повернуло собі витончені відтінки печені: де належить, виросли у нього ніжки і крильця; старовинним сріблом заблищав алюміній, фраки офіціантів знову замигтіли навколо. Я поглянув під ноги – солома обернулася персидським килимом, і я, знову оточений розкішшю, втупився у рум'яну грудку куріпки, важко дихаючи, не в силах забути того, що за нею ховалося...

– То що ж це за гидота?!

- Та ні, це не отрута яка-небудь. Це концентрат із трави і кормового буряка, вимочений в хлорованій воді і змішаний з рибним борошном; зазвичай туди ще додають вітаміни і кістковий клей і все це присмачують змащувальним мастилом, щоб не застрягло в горлі. Ви не відчули запаху?

- Відчув! Навіть дуже відчув!!!

- Ось бачите.

- Ради Бога, професор, відповідайте, що це? Обман? План винищення всього людства? Диявольська змова?

- Та що ви! Диявол тут ні до чого. Це просто світ, в якому живуть двадцять з гаком мільярдів людей. Звідки в ньому візьмуться куріпки та інші делікатеси? Останні куріпки вимерли чверть століття тому. Наш світ – давно вже мрець, але той, що чудово зберігся, оскільки його все майстерніше муміфікують. У маскуванні ми досягли неабияких успіхів...»

Цей уривок з повісті Станіслава Лема «Футурологічний конгрес» наведений тут невипадково. Знаючи великий дар передбачення талановитого польського письменника, з жахом починаєш думати про недалеке майбутнє, адже дія повісті відбувається десь наприкінці XXI століття… Тим більше, що з першими ознаками такого «маскування» ми знайомі вже сьогодні не лише після перегляду передач типа «Ілюзія безпеки» а й з власного стану здоров’я. Нажаль, на сьогодні це наскільки очевидно і небезпечно, що робить обговорення цієї проблеми актуальним не лише з громадських а й з наукових позицій.

Проте, футурологія – наука доволі суб’єктивна, аби замінити собою наукові факти. Ці факти найшвидше можна знайти у історії – або череді здійсненних подій, з яких можна вибудувати певні закономірності. Власне, знаходження таких екологічних закономірностей стосовно обробітку ґрунту і поступового зниження його родючості і є головним завданням цього розділу.

Напевне, після прочитання відривку з повісті С. Лема більшість з нас пригадають славнозвісного Томаса Роберта Мальтуса з його теорією

народонаселення. Нажаль, на підтвердження здогадок Мальтуса можна навести дані, перелік джерел яких займе не одну сторінку, але на одне з них пошлемося: «За 100 років (1882–1982) вміст гумусу в ґрунтах України знизився на 0,97 %, при цьому майже половину його (0,44 %) втрачено за 1960–1970 роки, що збігається з початком інтенсифікації землеробства. Фактичні втрати гумусу в староорних чорноземах України становлять 20–30 % початкового його запасу. В слабоеродованих ґрунтах у метровому шарі рівень гумусу знижується порівняно з повнопрофільними на 10–20 %, середньоеродованих – 20–30%, а в сильноеродованих на 30–80 %» (НУБІП, 2004).

Окрім негативного впливу на родючість ґрунтів на регіональному рівні, землеробству належить значний внесок в накопичення атмосферного вуглецю на глобальному. Загальна кількість його від початку неолітичної революції до наших днів оцінюється в 180 млрд т, тоді як індустріальні викиди CO_2 на момент 1980 року по тих же оцінках склали 160 млрд т вуглецю).

Глобальний парниковий ефект, до якого призводить накопичення вуглецю, ще більше поглиблюється в результаті зведення лісів під сільськогосподарські землі. Залишаючи виснажені землі, землероби в давнинупереходили на нові, нестача яких тоді не відчувалася, а найпростішим способом розчищення землі була підсічно-вогнева технологія. Тільки до епохи промислової революції на Землі за різними оцінками було знищено від 30 до 50 % лісів, ще 9 % лісів, насамперед тропічних, було знищено за останні 200–300 років, і, на жаль, цей процес продовжується. Площа природних лісів продовжує скорочуватися приблизно на 1 % за рік.

Враховуючи регулюючу роль лісів у фіксації атмосферного вуглецю в процесі фотосинтезу, сьогодні мова йде про нищівний внесок землеробства у руйнування або деформацію природних екосистем (лісових, тропічних, степових, лісотундрових і так далі). Так, якщо на межі XIX–XX століть території з повністю зруйнованими людиною екосистемами займали тільки 20 % суходолу, то до кінця XX століття вони охоплювали вже 63,8 % (Арский, 1997; Данилов-Данильян, Лосев, 2000). Наукове розуміння цих руйнівних тенденцій не являє нічого нового і підлягає законам термодинаміки. Саме вони можуть пояснити фізичну суть обробітку з позицій ентропії в замкнутій системі й у сукупності з ученням В. І. Вернадського про ноосферу можуть слугувати методологічною основою тлумачення підйомів, спадів і застоїв в історії розвитку наукових і практичних основ механічного обробітку ґрунту.

Власне, екскурс в історію землеробства має посприяти розумінню цього непомітного, а тому страшного процесу (Сонько, 2003), а відтак,

і відповідної еволюції обробітку ґрунту – на зорі історії: від «міні» до «максі», і вже сьогодні: від «максі» до «міні».

Виникнення землеробства у його первісному вигляді більшість істориків прив'язують до неоліту – заключного етапу кам'яної доби, який розпочинається з VI тисячоліття до н. е. Дехто з істориків (Шнирельман, 1989) схиляється до думки, що землеробство стало закономірним етапом розвитку скотарства, яке, зародившись ще на початку палеоліту (близько 80–120 тис. років тому), пройшло складний шлях від кочового до осілого. За даними М. І. Вавілова (1987), воно виникло ще у верхньому палеоліті, тобто близько 50 тис. років тому. Перші кам'яні землеробські знаряддя, знайдені в Палестині, датовані 8–10 тисячоліттям до н. е. За іншими оцінками вік культурного землеробства нараховує від 13 до 17 тис. років.

Власне, землеробство поставило крапку на складному і довготривалому шляху людства у напрямку осілості. Поява цих двох видів господарської діяльності знаменувала перехід людини від привласнюючих форм, при яких вона користувалася лише тим, що надавала природа, до відтворюючого господарства, в умовах якого людство вирощувало продукти землеробства не тільки для харчування, але й для обміну. Ці події стали настільки значними в історії виду *Homo Sapiens*, що отримали назву *неолітичної революції* і дали право видатному мислителю В. І. Вернадському називати цей звитяжний вид у своїх роботах *Homo Sapiens Faber,* або людиною, озброєною знаряддями праці.

Подальший розвиток, особливо землеробства й осілого скотарства, приводить до поступового «прикріплення» людей до певної території. Землеробські поселення виникають насамперед поблизу річок, біля яких земельні ділянки зберігали більше вологи та де було зручніше рибалити. З зернових культур вирощували пшеницю, ячмінь, жито, овес, просо, які потрапили до Європи з Близького Сходу. Порівнянно з сучасними сортами пшениці, неолітична пшениця хоча і давала набагато менше врожаю, зате росла на засушливих і навіть кам'янистих ґрунтах, була більш стійкою до всіляких захворювань.

Застосування людиною обробітку ґрунту за допомогою «землекопальної палиці» з метою вирощування придатних для харчування рослин історична наука так само відносить до епохи неоліту на різних його етапах, залежно від регіональних особливостей природних умов. Ефективність землеробської діяльності первісної людини помітно зросла, коли на зміну землекопальної палиці прийшло більш досконале знаряддя для обробітку ґрунту – мотика. Первісна доба – найтриваліша в історії людства. Вона тривала з появи перших людей (за різними оцінками від 5 до 3 млн років тому) до виникнення стародавніх цивілізацій (IV–III тис. до н. е).

Удосконаленню засобів і знарядь обробітку ґрунту посприяв розвиток так званих «гідравлічних» цивілізацій, основою землеробства в яких було зрошення. Так, на високоврожайних, поливних землях долини річки Ніл єгиптяни винайшли *соху*, навчилися виливати з міді ножі, сокири, наконечники стріл, посуд. Проте найбільшим їхнім господарським досягненням стала зрошувальна система землеробства, яка перетворила Єгипет на могутню централізовану державу, квітучий оазис світу.

У долинах рік Тигр і Євфрат (в Месопотамії) місцеві жителі успішно займалися землеробством, зводили греблі, канали, інші іригаційні споруди. Найпоширенішими сільськогосподарськими культурами тут були ячмінь, просо, льон, горох, цибуля, часник, огірки, виноград, яблуні.

В долинах рік Інд і Ганг в Індії та Хуанхе і Янцзи у Китаї зрошувальне землеробство зародилося вже у IV тис. до н. е. На високоврожайних полях землероби збирали по два урожаї на рік бавовни, цукрової тростини, рису, пшениці, проса, льону та інших культур.

Наступним етапом у розвитку землеробства стала епоха феодалізму (V–VI ст. н. е.). Для неї характерною особливістю є широке використання у виробничих процесах природних енергетичних ресурсів – вітрових і водних. Вітрові та водні двигуни вперше були використані в млинах, на мануфактурах. Роль тяглової сили в господарських процесах виконують воли, коні, інші домашні тварини.

Власне, зародження сучасного землеробства як самостійної і згодом механізованої галузі відтворювального господарства доречніше прив'язувати не до освоєння людиною мотикового обробітку ґрунту та вирощування окремих злакових і зернобобових культур, а до обробітку ґрунту першими елементарними знаряддями, в які впрягли одомашнену худобу – волів, коней, буйволів. Це була важлива технологічна революція в історії людства. Сучасні експерименти з археологічними моделями примітивних дерев'яних плугів засвідчили підвищення продуктивності праці порівняно з мотичним обробітком у 50 разів. Це було основною передумовою переходу від привласнювальної до виробничої діяльності людства.

Населення Київської Русі вже володіло прийомами орного землеробства. Насамперед за це говорять мовні дані, зокрема, такі слова, як «орати», «рало», «плуг», є загальнослов'янськими, так само, як слова «яр» і «ярина», «озим» і «озимина». А це свідчить про те, що орна техніка була відома слов'янам. Про поширення орного землеробства говорить також і те, що лемеші знайдені в об'єктах археологічного дослідження тих слов'янських племен, які не можна було вважати найбільш розвинутими з суспільно-економічного погляду. Зокрема, Б. О. Рибакову (1979) вдалося знайти лемеші в дереговичів, що належать до IX ст. При цьому відзначається, що лемеші могли бути і дерев'яні. Літописні дані також вказують

на те, що населення Київської Русі перейшло на орну техніку, зокрема, радимичі й в'ятичі платили данину з рала і плуга. У «Повісті временних літ» згадується рало (964 р.) і плуг (984 р.) як податкові одиниці. У «Руській правді» є спеціальні статті, присвячені охороні землеробського знаряддя. З таких знарядь перші писемні свідчення називають рало й плуг. Одне з перших свідчень про соху в писемних пам'ятках наводить В. Н. Татищев, який передає літописне повідомлення про виплату Золотій Орді у 1275 році великим князем Василем Ярославовичем данини «со всея земли по полугривне с сохи».

Визначне місце як в історії механічного обробітку ґрунту, так і у формуванні українського етносу займають землеробські прийоми цілої археологічної епохи, відомої усім як Трипільська культура. Ці давні люди вже були не первісним суспільством, а суспільством з атрибутами цивілізації, фундаментом якої стало впровадження землеробства. За всю історію ніщо не мало такого суттєвого впливу на життя людини, як перехід до рільництва. Без свідомого вирощування рослин з допомогою достатньо ефективних знарядь праці, яке забезпечувало створення надлишків продуктів харчування, була б неможливою поява цивілізації.

Переходячи до відтворюючих технологій ведення господарства, трипільці поєднали землеробство з тваринництвом. Вони вирощували пшеницю, ячмінь і овес, розводили велику рогату худобу, свиней, овець і кіз, а биків і коней використовували як тяглову силу. Орали трипільці ралом, а жали серпами з дерева і рога з кременевими вставками, на яких були вирізьблені зубці.

Найбільшим досягненням трипільців є розробка зональної системи землеробства. Власне, землеробство неолітичної східної Європи найкраще вивчено саме на поселеннях трипільської культури. Трипільці помітили, що рослини можна висівати, а урожай буде кращим, якщо ґрунт завчасно розпушити. Першим інструментом для розпушування була примітивна мотика – дерев'яна палиця з прив'язаним до неї плескатим і видовженим каменем (макролітом). Згодом мотики виготовлялися переважно з кісток і рогів тварин. Функціональнішим інструмент ставав, коли у ньому робили круглі отвори, куди вправлялися кінці палиць. Пізніше до мотичного землеробства додалося орне, продуктивніше: трипільці користувалися вже ралом, сохою, плугом.

Трипільцям Полісся та лісостепу було відоме підсічне та вирубне землеробство: коли ґрунти унаслідок примітивної обробки переставали родити та заростали бур'янами, їх полишали і шукали нові землі. Також відомо, що трипільці бережно ставилися до землі і мали цілу низку заходів, аби підвищити її плодючість: попіл після по спалювання лісу, органічні добрива приселищного скотарства тощо. Особливої уваги варте

так зване приселищне землеробство, хоча і воно не могло цілковито задовольнити людей продуктами харчування. Перші поля нагадували скоріше городи, бо були невеликими за розмірами ділянками. Трипільці мали достатню оснащеність знаряддями землеробської праці, які дозволяли збирати урожай на значних площах (4–5 тисяч га).

Особливе місце в історії механічного обробітку ґрунту займає винайдення плуга. Власне, плуг розвинувся з особливого інструменту стародавніх землеробів, який сучасні учені охрестили *землекопальною або бороздненною палицею*. За допомогою цієї палиці землероб прокладав у полі борозни, що ділять його на гряди. Відмінною рисою цих палиць була робоча частина, спрямована під гострим кутом до рукоятки. Використання їх зумовило розуміння землеробами давнини, що ґрунт можна обробляти не копанням, як це робилося раніше, а волочінням. Тоді, мабуть, і з'явився прообраз плуга – роздвоєна палиця із загостреним кінцем (тут вже видно у зародку дишло і леміш). Упрягшись в такий пристрій, землероб тягнув його за собою, проробляючи борозну. Звичай, використовувати таке знаряддя можна було лише на дуже м'яких ґрунтах, вже розпушених багаторічною обробкою, де не було ні каменів, ні дерну. Для того, щоб орати твердіші ґрунти, необхідно було посилювати натиск на леміш. Так була винайдена рукоятка. Плуги приводилися в рух силою людини. Зрозуміло, селянина обтяжувала така робота, і через деякий час він почав запрягати в плуг биків. Спочатку люди просто прив'язували плуг до рогів волів, пізніше з'явилися ярмо і примітивна збруя. Швидкість обробки землі відразу зросла у декілька разів, а сама робота полегшилася.

Перші плуги виготовлялися з кореневищ дуба, буку, клена і деяких інших дерев і були цілісними шматками дерева. Потім леміш почали укріплювати залізом. Минуло багато років, перш ніж у плузі були зроблені подальші вдосконалення. Їх приписують античним землеробам Греції та Риму, де плуг в його примітивному вигляді стали застосовувати ще до нашої ери. Зважаючи на рабський характер праці і незацікавленість у зв’язку з цим в удосконаленні землеробських знарядь в згаданих античних державах тривалий час використовувався примітивний плуг подібний скоріше до рала. Але ще довгий час і навіть одночасно з плугом використовувалась мотика.

Проте вже в І столітті нашої ери у творах римського письменника Плінія описаний плуг, який, на відміну від попередніх, забезпечений колесом, ножем і полицевими дошками. Колесо не давало плугу входити дуже глибоко в землю та служило для того, щоб надрізати дерен. Важливим нововведенням була полиця. Призначення полиці – перевертати дерен, який зрізали ніж і леміш. Плуг без полиці під час руху лише розпушував ґрунт. Полиця перевертала дерен таким чином, що бур’ян

опинявся під землею. Винахід полиці був величезною подією в історії плуга. У такому вигляді плуг проіснував аж до кінця середніх віків, коли його знову вдосконалили.

У римському плузі гряділь (деталь, до якої кріпляться всі робочі частини і чепіги) спиралася на передок з двома дерев'яними колесами. До передка спереду кріпилося дишло з ярмом, в яке впрягалися бики або раби. За допомогою передка стало можливим регулювати глибину оранки і ширину захоплення пласта. Таким плугом цілком можна було розорювати нові землі, та і староорні оброблялися ним краще і легше.

З падінням Римської імперії і настанням похмурого середньовіччя були забуті багато культурних і технічних досягнень римлян. Така ж доля спіткала і римський плуг. Він був повністю забутий, і через багато століть його прийшлось «винаходити» знову. Це сталося лише в середині XVII століття в Бельгії та Голландії. За типом бельгійських і голландських виготовляли плуги і в інших європейських країнах, і вони без особливих змін служили селянам цих країн майже два століття. Трохи інакше йшло створення орних знарядь в стародавній Русі.

В період становлення Київської Русі основним орним знаряддям було *рало*, що являло собою обрізок дубового або грабового дерева з загостреним на кінці суком ручкою-держаком. Досконаліше рало мали дві ручки. Згодом на загострений сук почали насаджувати залізний наконечник – *наральник* з невеликою трикутною *лопаттю*. Це полегшувало роботу, але і у такому вигляді рало могло тільки прорізати дерновий шар ґрунту і лише трохи розпушувати його. Тим часом при розорюванніцілинних і залежних земель необхідно було підрізати скибу і по можливості її перегортати. Цього деякою мірою досягли зробивши, що лопать наральника ширшою і поставивши її з деяким нахилом убік, а не зовсім вертикально. Поява подібного наральника була важливим технічним нововведенням в середньовічній Русі. З часом він перетворився у леміш. Вслід за наральником землероби створили пристосування для відвала скиби у вигляді дерев'яної дошки-полиці, а потім – чересло (масивний ніж, яким відрізувався пласт землі).

До історії розвитку орних знарядь увійшло ще одне – *косуля.* Таку назву воно отримало тому, що його робочі органи скошені в один бік. Косуля мала нерухому зігнуту полицю і ніж для відрізання скиби збоку. Це знаряддя значно відрізнялося від сохи і було вже схоже на справжній плуг. Поява косулі пояснюється переселенням людей з північних районів Росії на південь і схід країни, на неосяжні степові землі, де їм довелося піднімати цілину. Соха для цього була непридатна, саме тому вона і транс-

формувалася в косулю. Однак значного поширення косуля не отримала. На півдні більше прижився український плуг – *сабан*[136].

Головною конструктивною особливістю сабана було те, що він мав горизонтальний дерев'яний полоз, з чого деякі дослідники роблять припущення, що слово «плуг» пішло від слова «полоз». До того ж в чеській і сербській мовах слово плуг вимовляється як «плаз», в польській – «плоз» і «плуз». Це було громіздке, важке знаряддя майже триметрової довжини. За винятком лемеша, сабан, включаючи полицю, був цілком дерев'яний. Позитивним в цьому знарядді було те, що воно достатньо добре обертало скибу. Тільки таким міцним і надійним знаряддям можна було виорати на 5–6 вершків важкий український чорнозем. Щоб орати цим плугом такі ґрунти на необхідну глибину, необхідно було впрягати у нього от 2 до 6 коней або 4–8 волів. Бідняцьким господарствам доводилось обробляти свій наділ первісним знаряддям – ралом. Часто ґрунт після жита, гречки засівали без будь-якого попереднього обробітку. Тільки після розкидання насіння поле волочилось боронами або проводилось розпушування ґрунту ралом.

В Україні процес заміни дерев'яного плуга залізним проходив дуже швидко. Якщо у 1900 році у селянських господарствах ще налічувалось більшого 70 тис. дерев'яних плугів, або 36 %, то у 1910 р. частка дерев'яних плугів скоротилася до 4 %. Зокрема, із введенням залізного плуга на Полтавщині потреба у робочій худобі скоротилася удвічі, а кількість робітників – на третину. Одночасно відбувся перехід з тяги волами на більш продуктивну кінську тягу.

У країнах західної Європи за умов достатнього зволоження і невисокого рівня природної родючості ґрунтів, обов'язковою умовою ефективного ведення землеробства вважався глибокий обробіток ґрунту з обертанням скиби. Цю ідею в основному розділяли, підтримували і рекомендували застосовувати на практиці провідні вчені-агрономи Росії тих часів. Технічне вдосконалення плуга у напрямку комбінування з іншими знаряддями почалось приблизно у XVIII столітті. Вперше серйозно захопився питанням підвищення ефективності ґрунтообробних знарядь англієць Джетро Талл, юрист за освітою, що присвятив себе сільському господарству завдяки маєтку, що дістався йому у спадок від батька. Джетро Талл, відомий також як винахідних підкови для коня, у 1731 році з педалей органу місцевої церкви змайстрував сівалку, яка економічно і рівними рядками висаджувала насіння, а крім того, була здатна вводити зерно у ґрунт на визначену глибину. Він же вигадав оратиземлю за

[136] Запозичення від тюркського *сабан (хабан)* – плуг. Звідси народне свято у тюркських народів *сабантуй – свято плуга.*

допомогою трьох мотик, з'єднаних в один блок, який тягнув за собою кінь[137].

Впродовж XVIII–XIX століть значно розширився перелік ґрунтообробної техніки. У 1856 році Джордж Стерлі (Вісконсін, США) запатентував борону, яку тягли за собою двоє коней. У 1880-му році був створений перший райдер-культиватор, що знову-таки приводиться в дію кіньми. На початку XX століття з'явилися дворядні культиватори. У 1912 році австралієць А. С. Ховард винайшов роторний культиватор із фрезами, що оберталися. Потім цей роторний культиватор почали застосовувати як навісне устаткування на трактор, фрези можна було піднімати й опускати.

Першу спробу порушити існуючі стереотипи у поглядах на глибину обробітку ґрунту під озимі було зроблено на Полтавщині у кінці 80 років XIX століття. Цю ініціативу проявив князь Кудашев Володимир Олександрович, власник маєтку у селі Кірьяківка Кременчуцького повіту Полтавської губернії (нині село Глобинського р-ну Полтавської обл.). На підставі результатів 12 річних дослідів він дійшов висновку, що на переважно чорноземних ґрунтах і в умовах посушливого клімату під озимі слід застосовувати мілкий, а не глибокий обробіток.

За часів поселення в Україні німців-колоністів у них використовувалися так звані букери. Букером є агрегат з три-п'ятикорпусного плуга і сівалки, ємкості для насіння. Він поєднував мілку (12–14 см) оранку і посів по стерні. Насіння потрапляло в плугову борозну і відразу ж закривалося шаром ґрунту. Глибина оранки не перевищувала 12–14 сантиметрів. Букер обробляв зазвичай незоране поле. Таким чином, стерня повністю зберігалася і служила перешкодою виникненню повітряної і водної ерозії. Вона ж затримувала взимку сніг.

Залежно від числа лемешів букер вимагав запрягання від 4 до 6 волів або коней. Від німців-колоністів букер перейшов до українських землеробів колишньої Катеринославської та інших сусідніх губерній. Проте є посилання на українські корені букера[138]. Зазначається, що його винайшли ще до німецької колонізації України. Тоді він називався сівозаорювач. Потім переселенці до Канади освоювали ним американські прерії. Згодом канадці, використавши винахід наших селян, розробили цілу систему безвідвальних знарядь для обробітку ґрунту. Казахи запозичили букерну техніку в Канаді і в себе назвали її бараєвським методом безвідвального землеробства, що оголошувався новітнім, забувши, а може й не знаючи про українські корені цього агротехнічного знаряддя. Позитив-

[137] Саме ці конструктивні особливості стали прообразом сучасних пневмосіялок, які застосовуються при No-Till технологіях.
[138] (http://ukrgazeta.plus.org.ua/article).

ним є те, що букер підрізував бур'ян, створював на поверхні рихлий шар, який перешкоджав швидкому випаровуванню вологи з ґрунту, що дуже важливо для посушливих місцевостей, а крім того, зменшував кількість операцій при сівбі. Є й невеликий негативний бік, зокрема те, що нерівномірна, а часом занадто велика глибина загортання насіння дещо занижувала схожість і призводила до перевитрат посівного матеріалу.

Букер застосовувався для очищення парів від бур'янів. У посушливих районах полиці відкидались, а працювали тільки лемеші, що стало прообразом сучасних плоскорізів, які забезпечують безвідвальний обробіток. На початку XX століття були поширені сівалки-букери, лущильник-заорювач, або, як тоді казали, плужниця. На Мелітопільщині, в цьому типовому степовому краю, у 1912 році букери були більш поширені, ніж плуги, незважаючи на те, що німці як уславлені патріоти всього свого активно впроваджували землеробські знаряддя Сакса та Екерта. Відомі вчені П. А. Костичев, Д. А. Тімірязев, В. Р. Вільямс за мілку оранку різко засуджували роботу букера. Проте подекуди в Україні букери збереглися аж до колективізації.

Трохи інакше, ніж в Центральній Росії і в Україні, розвивалося землеробство в зрошуваних районах Середньої Азії, і, відповідно, знаряддя обробітку ґрунту тут були дещо іншими. Узбеки, таджики й інші народи Середньої Азії землеробством займалися здавна. Там не було лісів і цілини, і всі придатні для обробки землі були вже давно розорані. Землеробство велося в основному зі штучним зрошуванням. У посівах переважали бавовна і рис, що культивується на чеках. У цих умовах ґрунт не потребував обороту скиби при обробці, оскільки його, по суті, і не було. Було потрібне лише спушення. Тому тут аж до колективізації основним знаряддям обробітку ґрунту залишалося знаряддя типу рала, що маємісцеву назву «омач». Розвиток металургії в XVIII–XIX століттях дозволив внести до ґрунтообробних знарядь істотні зміни й удосконалення. Всі робочі частини плуга починали робити із заліза, і він став в Європі основним знаряддям обробітку ґрунту.

До історії розвитку плуга увійшли так звані роттердамські (Голландія) і брабантські (Бельгія) плуги. Це були однокінні безпередкові цілком залізні плуги. Перевага їх полягала в тому, що голландські і бельгійські ковалі досконало опанували спосіб виготовлення полиць зігнутої форми і вигадали пристосування для регулювання оранки по глибині та ширині захвату.

До Російської імперії однокінні залізні плуги спочатку завозились з за кордону. Лише в кінці XVIII століття в Калузькій губернії в ковальській майстерні був налагоджений випуск вітчизняних висячих (безпередкових) плугів, що отримали назву «Плуг Полторацького» (за прізвищем власника ковальської майстерні). Ці плуги були поширені серед поміщиків і замож-

них селян. Пізніше цей плуг був дещо вдосконалений і розповсюджувався вже під назвою «рязанський плуг».

Істотний внесок в удосконалення плугів здійснили німці: слюсар-винахідник Г. Еккерт і селянин Р. Сакс. У 1863 році, побувавши в Англії і оглянувши там виробництво плугів, Сакс відкрив поблизу Лейпцига невелику майстерню з виготовлення плугів, що стала згодом найбільшим заводом. З 1870 року Сакс розпочав випускати плуги власної конструкції, які постійно вдосконалювалося удосконалення, і врешті-решт, під назвою «Універсальний парокінний плуг Сакса» вони стали найдосконалішими на сьогодні.Ці плуги мали передок, за допомогою якого регулювалися глибина оранки і ширина захвату. У них дуже добре була сконструйована полиця, названа згодом «культурною». Перед полицею встановлювався ніж. І, що було новим і особливо важливим, між ножем і полицею поставлений передплужник. Він відіграв значну роль при розорюванні цілини і полів з багаторічними травами. Саме такі плуги були найбільш поширеними у світі на кінець XIX та початок XX століття.

У XIX столітті в передових європейських країнах почали вводитися сівозміни з посівом багаторічних трав. Плуги, що існували тоді, задовільно обробляли землю після однорічних культур, але коли довелося відкривати пласт багаторічних трав, то землероби зустрілися з серйозною проблемою. При звичайній оранці дернина не встигала розкластися до часу чергової сівби. Тому для підготовки до сівби поле доводилося багато разів дискувати і боронувати. Ґрунт при цьому сильно розпилявся. Тоді вирішили проводити подвійну оранку. В одній борозні працювали два плуги. Перший скидав в борозну верхній шар дернини, а той, другий плуг, що знаходився за ним, поставлений на більшу глибину, заорював дернину рихлою землею. Дивлячись на таку оранку, хтось і додумався поставити на один плуг дві різноглибинні полиці. Так з'явилося на світ дуже важливе пристосування – передплужник.

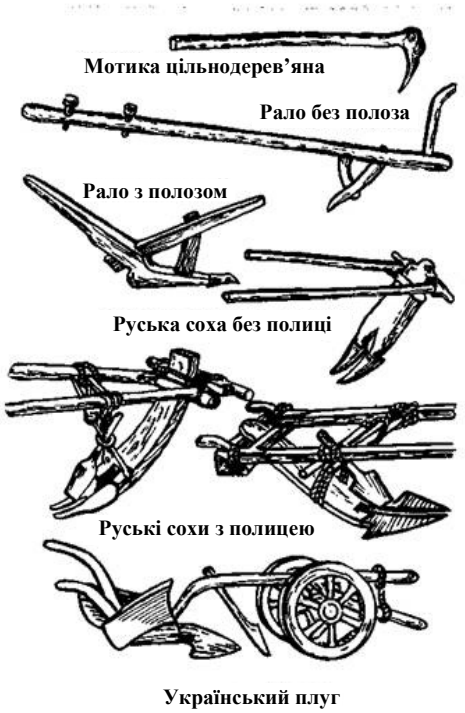


Рис.3.8.1. **Еволюція плуга від неоліту до початку XX століття**

В кінці XIX і початку XX століття плуги Сакса мали великий попит. Тільки до Росії перед Першою світовою війною їх завозили щороку близько ста тисяч. Згодом і в Росії почали випускати плуги за типом саксівських з деякими змінами стосовно

місцевих умов. З часом основна конструкція саксівських перейшла на тракторні плуги культурна полиця, передплужник, і лише передній ніж в них замінений не а дисковий.

Відтак, історія плуга нараховує сотні і навіть тисячі років. До теперішнього часу в результаті наукових досліджень конструкції плугів досягли високої досконалості. Сучасними плугами завдяки високому ступеню поліровки відвалів і виготовленню їх з легованого заліза можна обробляти ґрунти будь-якого фізичного стану: важкі глинисті і легкі піщані, і сильно задерновані, кам'янисті, пересохлі, перезволожені і т. п. Взагалі ж, еволюція плуга зрозуміла з рис.1.

Первісна копальна палиця поступово наче «обростала» додатковим знаряддям, перетворюючись на мотику, а згодом – не рало. У більш пізніх знаряддях ця палиця модифікувалась у дишло, за яке його тягнула або людина, або худоба (різні сохи, косулі, примітивні плуги). Власне, ця еволюція мала своє логічне продовження в удосконаленні плуга протягом XX століття. Збільшувався захват, регулювалась глибина оранки та потужність обернутої скиби ґрунту, плуги комбінувались з іншим ґрунтообробним знаряддям (борони, котки та ін.).

Але концепція землеробства з глибокою оранкою залишалась незмінною до 60-х років. Тракторні плуги для відвальної оранки набули різноманітних модифікацій і поділялися:

– за призначенням – на плуги загального призначення і спеціальні;

– за числом корпусів одно-, дво-, три-, чотири-, п’яти-, шести- та восьмикорпусні;

– за способом з'єднання з трактором – на причепні, напівнавісні і навісні;

– за формою полиць – на плуги, корпуси яких мають культурні полиці (плуги загального призначення, лемішні лущильники), ґратчасті полиці (для обробки вологих і липких ґрунтів), напівгвинтові та гвинтові полиці (для оранки цілинних і залежних земель).

Загострення екологічної ситуації в землеробстві і поступова втрата ґрунтами їхньої родючості призвели на початку 60-х років до переосмислення підходів до механічного обробітку ґрунту і поступового повернення до традицій, закладених в роботах Менделєєва, Костичева, Овсинського, Фолкнера, Фокуоки. Найкраще досвід такого «повернення» узагальнено в книзі англійського вченого Х. П. Аллена (Аллен, 1985). У цій книзі аналізується англо-американський досвід сполучення цих двох операцій.

Власне, переосмислення основ традиційного землеробства почалося ще наприкінці XIX – на початку XX століття. А впродовж XX століття ця ревізія вже набула вигляду теорії, міцно підкріпленої практикою. Причиною перегляду традиційного обробітку ґрунту стали катастрофічні наслідки

максимального розпушування й обороту скиби ґрунту. Особливо показовий в цьому відношенні сумний досвід США і Канади. Тут у 30-ті роки XX століття згубний процес вітрової ерозії охопив величезну площу – понад 40 мільйонів гектарів. Подібне лихо, але трохи згодом пережили землероби і в Україні, Поволжі, Казахстані, Сибіру, на Північному Кавказі.

Першим, хто запропонував орати без обороту скиби, був наш співвітчизник І. Е. Овсинський. Він намагався впроваджувати прийоми обробітку ґрунту без застосування плуга. У Радянському Союзі мілкий обробіток ґрунту рекомендував академік Н. М. Тулайков. Рішуче відкидав класичний плужний обробіток відомий новатор землеробства почесний академік ВАСХНІЛ Т. С. Мальцев. Потім в Казахстані і на Алтаї під керівництвом академіка ВАСХНІЛ А. І. Бараєва була розроблена й успішно впроваджена в декількох регіонах СРСР стрункa система безвідвального обробітку ґрунту. В Україні під назвою «Полтавський експеримент» технологію безплужного землеробства впроваджували Ф. Т. Моргун та Н. К. Шикула.

Обробіток ґрунту, схожий із системами Мальцева і Бараєва, проводили і рекомендували французький селянин Жан і американський агроном Фолкнер. Зараз в США і Канаді фермери повністю відмовилися від використання плуга, і тут явно простежується прагнення до мінімального обробітку ґрунту. Тим самим зменшується небезпека ерозії ґрунту і різко скорочуються витрати праці.

Саме усвідомлення людством зростаючої екологічної загрози вгаслідок інтенсифікації землеробства стимулювало розробку різноманітних альтернативних методів сільськогосподарського виробництва, які ґрунтуються на глибшому розумінні процесів, що відбуваються в природі; спрямовані на поліпшення структури ґрунтів; відтворення їхньої природної родючості; сприяють утворенню екологічно стійких агроландшафтів та краще відповідають життєвим інтересам суспільства. До таких альтернативних методів можна віднести точне землеробство (Precision Farming), розглянуте раніше, біоінтенсивне міні-землеробство (Biointensive Mini-Farming), біодинамічне землеробство (Biodynamic Agriculture), технології використання ефективних мікроорганізмів або ЕМ-технології (Effective Microorganism Technologies), маловитратне стале землеробство (LISA – Low Input Sustainable Agriculture), контурно-меліоративне землеробство та багато інших. У цьому ж переліку наводять й органічне сільське господарство (Organic Agriculture або Organic Farming).

Особливе місце у сучасних технологіях займає технологія No-till, у якій поєднується багато рис наведених альтернативних методів – низька енерговитратність, ощадливий обробіток ґрунту, збереження біологічних механізмів ґрунтотворення, відповідність високим вимогам щодо якості продукції, можливість застосування сучасних інформаційних і космічних

технологій. З точки зору механічного обробітку ґрунту вплив землеробських знарядь у No-till змінюється докорінно. По-перше, виключається застосування полицевого плуга і плужного обробітку ґрунту як головної операції; по-друге, обробіток ґрунту здійснюється під час сівби паралельно з самою сівбою і удобренням; по-третє, ця технологія не вимагає додаткових агротехнічних прийомів догляду за посівами.

Власне, роль плуга виконують спеціальні дискові сошники (у вигляді фрез-ножів), після обробітку якими залишається неушкодженим верхній шар ґрунту, на якому впродовж декількох років формується спочатку шар мульчі, а згодом – природні угруповання рослин (рис.3.8.2,3.8.3.). Після перегляду фотографій закономірно постає запитання, чим же відрізняється технологія No-till від мінімального обробітку ґрунту?

Головна відмінність мінімальної технології від No-till – сівба проводиться в заздалегідь оброблений ґрунт. При No-till здійснюється пряма сівба в необроблений ґрунт і він залишається незайманим від сівби до сівби. І пряма сівба тут лише один з технологічних прийомів в цілій системі.

При прямій сівбі відбувається неминуче порушення ґрунтового покриву. Залежно від посівного обладнання, що використовується, порушення можуть бути від повного порушення (яке частіше і називають прямою сівбою) до мінімального (яке часто називають нульовою технологією).

Ідеальним принципом було б «ніякого порушення ґрунту», як це відбувається в природі. І лише такий принцип можна було б назвати «100-відсотковим» No-till. В такий спосіб зазвичай висівають трави на пасовищах по існуючій дернині. При цьому насіння не закладається в ґрунт, а залишається на поверхні.

Насправді, технологія No-till – більш загальне поняття, яке включає різні варіації міри руйнування поверхні ґрунту при сівбі різними видами сошників. Хоча й очевидно, що чим менше це порушення ґрунту, тим краще. Спільне для всіх цих різновидів – пряма сівба в необроблений ґрунт. Отже технологія No-till являє собоюцілісну систему, в якій певне виконання лише одного технологічного прийому ще не робить її «справжньою». Розглянемо особливості цієї технології (рис.3.8.3.-3.8.5).

Сошник, що розрізає ґрунт під кутом, дозволяє максимально використовувати весняну вологу. За рахунок централізованої зміни тиску на сошниковий брус (до 181 кг) досягається висока адаптація для різних умов на полі. Індивідуальне копіювання кожного сошника забезпечує ідеальне закладення насіння без викидання на нерівностях.

Висіваючі насіннєприводи на сошниках розташовані по центру, завдяки чому забезпечується ідеальний розподіл насіннєвого матеріалу для кращого проростання. Перевага такого розташування – краще про-

никнення в ґрунт і контроль глибини висіву, плюс триваліший термін експлуатації. Сошники забезпечують постійний контроль глибини за допомогою пневматичних накочувальних коліс. Прикочувальне колесо розташоване за накочувальним колесом (рис.4). Відстань між сошниками може бути 19 або 25,4 см. Є моделі шириною 9,1 м, 10,9 м, 12,2 м і 12,8 м.

Крім того, сучасні сівалки дозволяють одночасно вносити і основні мінеральні добрива. Внесення посівного матеріалу і стартових добрив у міжряддя відбувається за один прохід сівалки. Для цього на сівалці встановлений третій ряд сошників, розміщених у передній частині. Міжряддя для сівби – 25,4 см, міжряддя для добрив – 50,8 см. Відстань між посівним матеріалом і добривами в сівалці складає 127 мм, чого вистачає, для того, щоб насіння не «згоріло». Це особливо важливо за умов з підвищеною вологістю, де висока норма внесення азоту може знизити проростання, якщо його внести близько до насіння. Добрива вносять глибше, ніж насіння, так, щоб коріння посіяних рослин могло живитися, коли настане час (рис. 3.8.5).

Як зазначає М. Косолап (2004), розвиток людства і землеробства як однієї з галузей його діяльності йде по спіралі. Землеробство починалося з нульової технології. Палиця-саджалка була першим знаряддям рільника. Він формував нею лунку в ґрунті, кидав туди насіння перших культур і загортав. І не можна вважати цю технологію занадто примітивною. За якістю висіву, дотримання заданої глибини загортання насіння, рівномірності розміщення рослин усі сівалки прямої сівби й сьогодні поступаються даному знаряддю. При цьому стародавні ацтеки, щоб виростити хороший урожай, кидали в кожну лунку маленьку рибинку. Вона розкладалася й забезпечувала рослини потрібними мінеральними елементами. Якщо порівняти рівень урожайності, який мали землероби в таких стародавніх центрах, як межиріччя Тигру й Євфрату та долина Нілу, то сьогоднішні наші здобутки лише наближаються до цих показників.

На території України за 4–4,5 тис. років землеробської діяльності 95 % цього періоду люди вирощували сільськогосподарські культури за технологією мінімального поверхневого обробітку ґрунту, й лише кілька сторіч застосовується плужний обробіток. Майже до останнього часу він домінував у розвитку землеробства нашої країни з постійним вдосконаленням відповідних знарядь та збільшенням потужності енергетичних засобів. Безумовно, перехід від мотичного до плужного рільництва є одним із найвидатніших досягнень людства, яке забезпечило продуктами харчування зростаючу чисельність людей на нашій планеті. Плужний обробіток дав змогу використовувати потенційну родючість ґрунту для одержання прийнятного рівня врожайності сільськогосподарських культур.

Сьогодні інтенсифікація механічного обробітку ґрунту з вико ристанням потужних тракторів досягає своєї граничної межі, тому в усіх країнах світу фіксуються негативні наслідки такої діяльності: посилення водної та вітрової ерозії, різке зниження вмісту гумусу в ґрунтах та їхня агрофізична деградація, головна причина яких – оранка. Суспільство й наукова громада не відразу сприйняли нові ідеї в царині підходів до обробітку ґрунту.

Ідея повної відмови від механічного обробітку ґрунту стала можливою лише в 60-ті роки минулого століття після розробки в Англії гербіцидів суцільної дії з коротким періодом розкладу – Паракват та Грамоксон, – які дали можливість ефективно контролювати бур'яни навіть тоді, коли культур немає на полі. В 1969 році було видано перші практичні рекомендації щодо прямої сівби культур у попередньо не оброблену стерню. 70-ті роки є початком практичного освоєння й поширення нової технології в різних країнах світу. За цей час суттєво змінилася технологія. Наприклад, якщо на початку розробки цієї технології допускалося (і навіть вважалося прийнятним) спалювання рослинних решток перед висівом, бо перші сівалки не могли забезпечити якісне висівання за їхньої наявності на поверхні ґрунту, то для сучасних сівалок це вже не є непереборною перешкодою.

Сьогодні в світі за технологією No-till вирощують культури на площі, яка становить близько 7 % загальної світової площі ріллі. На користь цієї технології може свідчити рис.6, на якому показана позитивна дія No-till на зменшення емісії вуглецю в атмосферу, а отже, зменшення інтенсивності парникового ефекту.

Насправді, природу не обманиш. Відомо, що жоден закон природи не підтверджується так добре, як закони термодинаміки. Перший закон термодинаміки – загальна кількість енергії і маси залишається незмінною. Другий закон – ентропія (міра внутрішньої невпорядкованості) в замкнутій системі може тільки зростати: будь-яка система, яка не зазнає впливу з зовні, деградує, розпадається, вільна енергія в ній зменшується, і кінець кінцем вона досягає пасивного стану повного безладдя. Інакше кажучи, час явища закінчується, спливає і воно застигає у стані пасивної рівноваги. Тобто певна людська цивілізація вичерпує себе і, врешті-решт, гине. На жаль, історія розвитку механічного обробітку ґрунту може слугувати підтвердженням цих фундаментальних законів.

Є багато загальнонаукових концепцій, у яких еволюція обробітку ґрунту пояснюється з досить цікавих позицій. Так, Н. А. Шпаковский (2006) стверджує, що історія обробітку ґрунту добре укладається у модель «розгортання – згортання» (рис.7).

На етапі розгортання зростає кількість елементів, частин, підсистем технічного устрою (або відповідно кількість операцій в технології) – це лінія ускладнення. На етапі згортання вони об'єднуються в цілісну конструкцію, або безліч технологічних операцій згортаються в одну. Еволюція технології обробітку ґрунту з позицій моделі «Розгортання-згортання» вибудовується у певну лінію розвитку, яку можна побудувати відповідно до головних етапів розвитку механічного обробітку ґрунту.

1. Сівба у лунки. Землеробство вже було в той час, коли ще не доводилося говорити про будь-які ґрунтообробні знаряддя. Зерна сіяли в ґрунт без будь-якого обробітку, протикаючи лунки для них простою загостреною палицею. Насправді це і був нульовий обробіток ґрунту, тільки на нижчому, примітивнішому рівні. Боротьба з бур'янами і удобрення ґрунту проводилися найпростішим способом: підпалювали ліс, що ріс на місці майбутнього поля. Бур'яни згорали, а деревна зола була чудовим добривом.

2. Обробіток сохою. Наступний крок в землеробстві – винахід сохи, яку тягнули люди або тварини. Її застосування дозволило підняти продуктивність обробітку ґрунту, але технологія обробітку зернових при цьому мало змінилася. Просто замість лунок зерна сыяли у вузьку борозну, що утворюється лезом сохи. Борозну закладали вручну або тягаючи полем сучкувату гілку – прообраз сучасної борони. Боротьба з бур'янами і удобрення ґрунту не змынилися з часом, бо лісів ще вистачало.

3. Плужний обробіток ґрунту. Соха була ефективним знаряддям, поки можна було спалювати ліси, розчищаючи і удобрюючи нові поля. Але так не могло тривати далы. На старих полях родючість ґрунту падала, ы тоді для підвищення врожайності знайшли новий спосіб – забезпечити добре розпушування і боротьбу з бур'янами. Вже давны греки користувалися відвальним плугом, який заорював бур'яни на глибину, де вони не могли прорости. Класична технологія того часу – оранка відвальним плугом, посів зерна вручну і боронування для закладення зерна в ґрунт.

4. Максимально розгорнена технологія обробітку ґрунту. Підвищення врожайності залишалося найважливішою вимогою, і екстенсивний шлях розвитку землеробства здавався єдиним прийнятним. Технологія обробітку ґрунту включала нові додаткові операції, відповідно до моделі, «Розгортання – згортання». Найбільш розгорнена технологія, що застосовувалася в середині XX століття, включала наступні операції: оранку, декілька культивацій, боронування і передпосівне вирівнювання. Потім відбулися сівба і додаткове накочення ґрунту. Потужність тракторів, глибина оранки і ширина захвату плугів постійно зростали. Самі плуги вдосконалювалися, з'явилися плуги для гладкої оранки, що не створювали розваленої борозни. Здавалось, була отримана цілковита перемога над природою. Але перемога виявилася пірровою. Витрачалися величезні

ресурси, насамперед нафта, витрати праці на проведення великого числа операцій перевищили всі мислимі межі. В результаті верхній шар ґрунту був розпушений, а шар нижче за плугову підошву сильно переущільнений колесами тракторів. У рівнинних областях часто налітав вітер і зораний родючий шар нісся з полів пиловою бурею, залишаючи за собою пустелю. Ерозія ґрунтів охопила десятки мільйонів гектарів. Вміст гумусу в кращих чорноземах впав з 10–12 до 5–6%, а сьогодні до 2–3%. Землеробство зайшло в безвихідь.

Передові діячі почали бити на сполох. У одному з канадських університетів висить плакат: «Німецький плуг Сакса завдали більше шкоди, ніж вся німецька армія в Другій світовій війні». Полиця перегортає ґрунт, але ґрунт – це насамперед різнорідні шари землі. У верхньому шарі мешкають бактерії, які дихають киснем, – їх називають аеробними. А глибше живуть бактерії, які на повітрі вмить гинуть, – їх називають анаеробними. При перекиданні скиби ті бактерії, які можуть жити лише у верхньому шарі, опиняються знизу і вмирають від нестачі кисню, а ті бактерії, які існують в глибині ґрунту, потрапляють вгору і також гинуть. Адже ці бактерії своєю життєдіяльністю забезпечують родючість ґрунту, накопичення в ньому гумусу. Друга проблема, пов'язана із застосуванням плуга, – утворення плугової підошви, тобто переущільненого шару ґрунту на глибині 20–25 см. В нормальних умовах волога переміщується по капілярах, надходячи то з нижніх шарів у верхні, то з верхніх – в нижні. А плугова підошва перекриває ґрунтові капіляри, природна циркуляція вологи в ґрунті припиняється.

5. Безполицевий обробіток ґрунту. Почалася боротьба за впровадження безполицевого обробітку ґрунту. Цю проблему розглядав американський вчений Едвард Фолкнер в своїй книзі «Безумство орача», що миттєво стала бестселером. Новий спосіб обробітку виключав використання полицевого плуга. ґрунт спушувався на глибину 10–15 см плоскорізами з широкими горизонтальними підрізуючими ножами або чизельними розпушувачами з вузькою стійкою.

З точки зору технологічної еволюції почалося згортання технології обробки ґрунту. Була виключена проста, але дуже енергоємна операція – перевертання ґрунтової скиби. Ентузіасти нового методу працювали в різних країнах світу. У Радянському Союзі за безплужний обробіток ґрунту боровся відомий агроном Т. Мальцев. Технологія удосконалювалась, вдалося впоратися з її «дитячими хворобами», головна з яких – очистити поля від злісних бур'янів без їх заорювання. Ця проблема була вирішена з винаходом гербіцидів, які через деякий час після використання розпадаються на нешкідливі складові. Безвідвальна обробка починала бурхливо розвиватися в багатьох країнах світу, перш за все в США

і Мексиці. Результатом стали кращі умови для зростання і розвитку рослин, економія палива.

6. Мінімальний обробіток ґрунту. Наступним кроком на шляху згортання обробітку ґрунту був перехід до мінімального обробітку, при якому глибина спушення ґрунту дорівнює глибині закладення насіння, тобто значно менша, ніж при безполицевій. Основні положення цієї технології розробив в середині XIX століття український вчений Іван Овсинський. Його погляди жорстко критикувалися. Проте Овсинський створив спеціальні знаряддя для неглибокого обробітку ґрунтового шару й успішно застосував цей метод у власному господарстві. Нова технологія вирішувала цілий комплекс завдань: зберігала родючість чорноземів, допомагала впоратися із посухами, позбавитися від шкідників і бур'янів.

7. Нульовий обробіток ґрунту. Нульовий обробіток ґрунту – це вже не обробіток в звичайному сенсі слова, а забезпечення комплексу умов для створення оптимальної структури ґрунту. Тобто складається ситуація, коли обробітку немає, а функція його виконується. В ідеалі, при нульовому обробітку немає взагалі ніякої дії на ґрунт, але, не дивлячись на це, він знаходиться в стані, оптимальному для зростання і розвитку рослин. Завдяки рівновазі між організмами біоценозу – травами, культурними рослинами, мікроорганізмами, тваринами і людиною необхідна робота людини зводиться до мінімуму. Сьогодні нульова технологія – це відсутність обробітку ґрунту, за винятком дії сівалки (рис.3.8.3.-3.8.5.).

Графічно історія вдосконалення технологій обробітку ґрунту показана на рис.8. Як бачимо, внаслідок еволюції по лінії «Розгортання – згортання» людство в певному сенсі знову «повернулися» до перших своїх кроків у землеробстві.

Після знайомства з такою еволюцією землеробства виникають два головні питання. Перше – чи встигне людство припинити інтенсивну деградацію ґрунтів, зупинившись хоч б на 2–3 % гумусу, які залишились, зокрема, в українських черноземах? І друге – чи є якийсь інший шлях розвитку людської цивілізації крім як відповідно до теорії Мальтуса?

Відповідь на ці запитання, швидше за все стосується торкається не лише землеробства, рослинництва, тваринництва, а й багатьох інших наук, які покликані науково обґрунтовувати біосферно невиснажливе сільське господарство. Але саме така еволюція землеробства дає надію на те, що людство нарешті припинить руйнувати природні екосистеми і почне шукати компроміси між зростаючими потребами у їжі та виснаженими біоресурсами.

ПІСЛЯМОВА

АГРОЕКОСИСТЕМА, ПОБУДОВАНА ЗА ЕКОЛОГІЧНИМИ ПРИНЦИПАМИ, АБО ТЯЖКИЙ ШЛЯХ ВІД ГОЛОВНОГО ЗБУРЮВАЧА ДО ГОЛОВНОГО СТАБІЛІЗАТОРА БІОСФЕРИ

Ймовірно, найпомітніша особливість сучасного сільського господарства – це послідовне позбавлення біосфери її природного «права» на зміну рослинних і тваринних співтовариств.

Намагаючись загальмувати сукцесію, фермер або впливає на природу, або намагається її обдурити. Спочатку він обробляє землю, щоб дати можливість прорости насінню бур'янів, потім він обробляє її знов, щоб знищити ці паростки, перш ніж буде висіяна монокультура. При цьому багато культур необхідно сіяти в певний час, щоб «обійти» пік щорічного нашестя шкідників.

Дія це або омана, але мета одна – створити сприятливі умови для популяції, як правило, єдиного рослинного виду. Все це приводить до певних витрат, багато з яких безпосередньо з полем не пов'язані. Щорічні втрати ґрунту приводять до ерозії. Коли не вдається своєчасно відхилитися від контакту з шкідниками або патогенами, людина вимушена застосовувати більше хімічних засобів.

Все живе, якщо його «не чипати людськими руками», бурхливо розвивається. Можливо, це життя для людини і не має економічної цінності, але воно активно розвивається відповідно до законів біосфери. При цьому перш ніж досягти динамічної рівноваги, відомої під назвою «клімаксове співтовариство» (наприклад, високотравна прерія або дубовий/ горіховий гай), місцевість повинна пройти декілька стадій взаємодії між рослинами і тваринами.

Після 10000 років (або більше) існування сільського господарства розведення культурних рослин і домашніх тварин опинилося настільки однозначно зорієнтованим на вузькі цілі людини, що їх роль і місце в колишніх екологічних стосунках, що базуються на біосферних механізмах, були переважно забуті.

Відтак, проблема екологічно-толерантного існування агросфери стала ще глибшою. Подібно до одних видів, людина має досить специфічні потреби в їжі, але на відміну від інших видів володіє здатністю радикально змінювати навколишнє середовище для задоволення цих потреб. Власне, саме тому людина стала проблемою для Землі і всіх її живих

форм, причому саме тоді, коли почала підміняти різноманітність екосистем монокультурами. Можливо, це сталося тому, що окультурені землі відповідали запитам людини краще, ніж природні екосистеми, особливо в регіонах з помірним кліматом. Насправді ж, людські потреби в їжі дуже обмежені оскільки з 35 тис. видів рослин дикої природи лише близько двох десятків використовуються як їжа, причому 14 належать до одного з двох сімейств – злакових або бобових.

Крім того, *Homo sapiens* значною мірою залежить від використовуваних на м'ясо хребетних, які, у свою чергу, сильно залежать від трави, що використовується як корм для останніх. Відомо, що степові штати США – від Огайо до Скелястих гір і від кордону з Канадою до Техасу – дають основну частину продовольства країні і найважливішу частку щорічного гігантського експорту. Сімейство рослин (більш ніж будь-яке інше сімейство рослина) підтримують людину, коли виникають проблеми з виробництвом продуктів харчування в кількостях, що відповідають основним потребам. Саме тому велика частина посівних площ відведена саме під злакові.

Полікультури відіграють важливу роль у житті мешканців тропічних і східних регіонів, які вирощують кукурудзо-гарбузово-бобові асоціації, але все ж таки, на посівних площах світу домінують монокультури. Це пояснюється тим, що в більшості випадків людина краще вміє поводитись з популяціями, ніж з екосистемами. Може тому найбільш узагальнені уявлення на рівні вище за популяцію зводяться до того, що культура – це представник якогось сімейства, а не компонент екосистеми. Проте, якщо людина серйозно стурбована створенням екологічно збалансованого сільського господарства, їй варто сприймати рослини як частину екосистеми і як родичів дикорослих видів, які ще зберегли неушкодженим свій генетичний фонд.

Попри високу розораність рівнинної території України, її природна рослинність приблизно на 80 % складається із злакових, і ще на 10 % – з бобових. Саме такий «природний фон» дає надію на створення такого сільського господарства, яке демонструє стійкість на рівні не лише культур і популяцій, а й екосистем, і здатне відповідати одночасно і потребам людини, і умовам збереження ґрунту.

Зрозуміло, створити повну подібність природної екосистеми із замкнутими циклами речовини неможливо (що протирічило б фундаментальним законам термодинаміки), але прагнення до мінімізації субсидій антропогенної енергії цілком виправдане.

З одного боку, агроекосистема – це автотрофна екосистема. У ній зв'язується енергія сонця, яка засвоюється рослинами і потім передається харчовим ланцюгом сільськогосподарським тваринам або безпосередньо

людині. Ефективність засвоєння сонячної енергії визначається ресурсами вологи і елементів мінерального живлення. З іншого боку, агроекосистема – це бізнес, який повинен працювати, принаймні, рентабельно. При цьому потрібно враховувати не тільки витрати на отримання продукції, але і вартість ресурсів, втрачених при неправильному управлінні в процесі виробництва, – втрати ґрунту від ерозії, дегуміфікацию і засолення ґрунтів, руйнування травостоїв пасовищ і лісів і т. і. Лише при такому підході можлива гармонізація «інтересів» економіки й екології з дотриманням головної вимоги охорони ресурсів – збереження біорізноманіття. Досвід, узагальнений з багатьох сучасних досліджень (Одум, 1987; Пімментелл, 1986, Міркін, 2003; Шапіро, 2013; Сонько, 2013 та ін.) дозволяє стверджувати, що управління агроекосистемою «укладається» в жорсткі рамки наступних обмежень:

1. Ресурсні обмеження регулюють управління залежно від клімату, рельєфу, ґрунтів, травостою пасовищ, водних ресурсів та інших видів ресурсів, суто індивідуальних для кожного конкретного природного ландшафту.

2. Економічні обмеження забезпечують додержання принципу відповідності спеціалізації сільського господарства комплексу тих природних умов, синергичне поєднання яких і забезпечує найбільший економічний ефект. При цьому треба пам'ятати, що «економічно неефективна» сьогодні консервація недоторканих природних ландшафтів є не збитковим напрямком природокористування, а інвестицією у майбутнє.

3. Біологічні обмеження за змістом споріднені з економічними у частині суворої відповідності спеціалізації сільського господарства екологічним параметрам доместифікованих рослин і тварин. Насправді біологічні обмеження повинні стати найважливішим еталоном природокористування в агросфері і мають конкретизуватися у наступних параметрах:

- верхній рівень ефективності фіксації сонячної енергії в процесі фотосинтезу повинен повернутися до <1 % (а не понад 2 %, чого прагне сучасна біотехнологія);

- верхній рівень товарної частки біомаси у фракціях первинної біологічної продукції повинен бути суттєво знижений: наприклад, не може бути зернового злака, у якого в зерні зосереджено більше 40 % продуктів фотосинтезу, або картоплі, рослина якої цілком складалася б з бульб[139];

- кількість води, потрібна для виробництва 1 кг рослинної маси, може бути майже в двічі зменшена при заміні рослин з фотосинтезом C_3-типу

[139] Спроби підвищувати цей поріг, наприклад до 60 % (Н. Берлоуг, в сорті пшениці Мексикале) обертаються надмірно високими витратами енергетичних субсидій на полив, добриво, пестициди. Як наслідок – отримувана продукція виявляється надмірно дорогою, а її виробництво – екологічно небезпечним.

(пшениця, жито) на рослини з фотосинтезом C_4-типу (сорго, суданка та ін.). Але навіть для найбільш сухостійких рослин на 1 кг зерна потрібно принаймні 300 літрів води, тому набір культурних рослин у кожній природній зоні початково обмежений природою;

- коефіцієнт біологічної трансформації рослинного корму в тваринницьку продукцію повинен бути наближеним до енергетичних обмежень в природних екосистемах. Так, при перерахунку в зерновий еквівалент, 1 кг м'яса ВРХ, свині і бройлерів обходиться відповідно в 6, 4 і 2 кг корму. Але ніхто не зможе отримати навіть м'яса бройлерів, витративши на 1 кг продукції 1 кг зерна, бо втрата речовини й енергії при переході з одного трофічного рівня на інший – неминуча (згідно з відомим екологічним законом).

4. Екологічні обмеження мають на меті «допомогти» природі підтримувати стан гомеостазу, зокрема, управління агроекосистемами повинне забезпечувати збереження агроресурсов – ґрунтів, вод, біологічної різноманітності, виключати забруднення навколишнього середовища і продуктів харчування.

Імовірність екологічно толерантного управління агроекосистемою може бути високою за умови його формалізації у межах шести блоків:

1. Функціональна (трофічна) структура агроекосистеми повинна бути екологічно збалансованою. В процесі управління людина регулює співвідношення потоків енергії по двох головних харчових ланцюгах агроекосистеми: «рослина → людина» і «рослина → худоба → людина». Крім того, вона зменшує відтік речовини і енергії по додаткових ланцюжках: «рослина → спонтанні фітофаги (шкідники») і «господар → паразит» (проводить заходи щодо захисту рослин і сільськогосподарських тварин від хвороб). Нарешті, вона контролює і непродуктивний відтік речовин у ланці «грунт → рослина» (контролює щільність смітних рослин, що перехоплюють елементи живлення у висіяних культур).

При цьому, згідно з тим же економічним стимулом, в будь-якій агроекосистемі вигідно отримувати рослинницьку продукцію і не допускати втрати енергії під час переходу продуктів фотосинтезу на другий трофічний рівень. Проте в районах із прохолодним або сухим кліматом потік енергії по ланцюгу «рослина → худоба → людина» економічно вигідніший, оскільки отримати рентабельну продукцію рослинництва в цих умовах не вдається.

Таким чином, сьогоднішня спеціалізація більшості господарств у світі (рослинницька, тваринницька, комплексна) пов'язана переважно з ринковою кон'юнктурою, а не з екологічними вимогами. Повернення ж до екологічно толерантних параметрів агроекосистем вимагатиме система-

тичних складних розрахунків їх енергетики у межах кожної природної зони.

2. Управління просторовою структурою агроекосистеми реалізується через загальне співвідношення площі ріллі, природних кормових угідь, лісів, розподілу худоби територією агроекосистеми і, нарешті, через найголовніший параметр – розмір поля. Чим менші поля і вища їхня строкатість разом зі лісосмугами, природними кормовими угіддями або просто із смугами різнотрав'я по узбіччях полів, тим нижче ризик масового пошкодження рослин комахами-шкідниками.

Для різних районів (залежно від клімату і рельєфу) норматив буде різним. Якщо при складному рельєфі частка ріллі не повинна перевищувати 30–40 %, то при рівнинному рельєфі і кліматі, що відповідає умовам отримання високорентабельних сильних пшениць, частка ріллі може досягати 70 %, хоча в сівозмінах в цьому випадку має бути достатня кількість (не менше 40 %) ґрунтовідновлюваних культур. Але розмір поля торкається ще однієї, скоріше еколого-соціальної проблеми – «вписання» землеволодінь окремого селянського господарства у наявний природний ландшафт.

3. Первинна біологічна продукція, напевне, найважливіший екологічний параметр управління агроекосистемою, оскільки людина стоїть на вершині екологічної піраміди агроекосистеми і тому зацікавлена в отриманні максимально можливої кількості первинної продукції. Проте на цей параметр накладається дія вже перерахованих обмежувачів. Можливості екологічно орієнтованого управління первинною біологічною продукцією дуже великі – це і підтримка оптимальних параметрів фізичного стану ґрунту, використання сидератів, посилення біологічної азотфіксації за рахунок насичення сівозмін бобовими, поліпшення природних кормових угідь і т. ін. Зокрема, величина первинної продукції зростатиме при вирощуванні полікультур і сортосумішей, включенні в сівозміну проміжних культур і тощо.[140].

4. Вторинна біологічна продукція, на відміну від первинної, передбачає збільшення біомаси тварин в агроекосистемі. По-перше, управління має бути орієнтоване на підвищення коефіцієнта біологічного перетворення рослинної біомаси на тваринну, тобто на розведення сільськогосподарських тварин, які найефективніше використовують корм. Залежно від особливостей господарства це можуть бути свині або бройлери.

[140] Підвищувати рівень первинної продукції можна як за рахунок поліпшення умов розвитку рослин (внесення добрив, вологозберігаючий обробіток ґрунту, полив на обмежених площах посівів овочів і багаторічних трав), так і шляхом вибору рослин, які найефективніше використовують ресурси. Оскільки, наприклад, в степовій зоні урожай лімітує волога, то доцільно збільшувати частку культур, стійких до засухи, або здатних рости при малій кількості опадів (сорго, суданська трава і т.).

Навіть диференціація великої рогатої худоби на м'ясну і молочну вже дозволяє ефективніше використовувати корми, які зрозуміло мають бути збалансованими по білку (при його дефіциті потрібна кількість корму зростає на 40 %). Підвищує ефективність перетворення раціональний розподіл сільськогосподарських тварин територією господарства (дотримання біологічно виправданого радіусу випасання), оптимальна висота травостою на пасовищах і т. і.

По-друге, дуже важливо, щоб до процесу отримання вторинної продукції залучалися всі нетоварні фракції рослинницької продукції (відходи переробки зерна, цукрового виробництва, шрот і т. і.), фітомаса рудеральної рослинності вздовж полів і доріг.

Найважливіше питання управління вторинною продукцією – зниження згубного впливу посух. У рік посухи неминуче падає первинна продукція (хоча при використанні вологосберегаючих технологій вплив посухи може бути знижений майже вдвічі). Щоб пом'якшити згубний вплив посух, слід розділити поголів'я на стабільне (маточне поголів'я, молочна худоба), лабільне (м'ясна худоба) і надлабільне (свині, птиця). Стабільне поголів'я повинне зберігатися незалежно від рівня первинної продукції. Співвідношення первинної і вторинної продукції повинне регулюватися саме за рахунок груп лабільного і надлабільного поголів'я. Можливе (в економічно виправданих межах) створення запасу стійлових кормів (силосу, сінажу, комбікормів), «імпорт» кормів і «експорт» сільськогосподарських тварин на відгодівлю в райони, що не потерпають від посухи.

При цьому загальне поголів'я худоби найчастіше лімітується природними кормовими ресурсами. У більшості регіонів України розораність угідь надто висока, і тому значну роль у кормовому раціоні відграють саме корми з ріллі. Зокрема, потреба «в площі» однієї умовної голови ВРХ при різних рівнях інтенсифікації може сягати 2–3 га природних кормових угідь і 1–1,5 га ріллі.

5. Відновлювані ресурси включають найголовніший ресурс для сталого розвитку – природну родючість ґрунтів, яка характеризується вмістом в ґрунті органічної речовини, азоту, гідрологічний і гидрохимічний режим агроландшафтів та ін. Напрацювань для збереження ґрунтової родючості в наш час дуже багато, і якщо вона продовжує знижуватись, то це відбувається унаслідок крайньої неефективності економічних і правових механізмів природокористування в агросфері. Так чи інакше, але сьогодні ми продовжуємо жити за рахунок поколінь нащадків, витрачаючи те, що нам не належить.

6. Непоновні ресурси включають, надусе, потужність орного горизонту ґрунту, вміст у ньому фосфору, калію і біорізноманітність. У попередніх розділах наведена достатня кількість рекомендацій щодо того, як можна

зберігати ґрунти і забезпечувати високу біорізноманітність агроекосистем. Але абсолютно очевидно, що необхідне суворе додержання екологічного імперативу, тобто системи заборон на всі форми використання, які ведуть до руйнування ресурсів, виснаження ґрунтів, кормових навантажень на ріллю і т. ін. Необхідна повна заборона випасу в лісах, виключення з орного використання еродованих ґрунтів на схилах і тощо.

Як у сценаріях майбутнього, де між тими, що закликають до «світу без природи» технократами і консерваторами, що звуть «назад до природи» сформувалися центристські уявлення про стійкий розвиток, так і в сучасній агроекології запанував реалістичний підхід до систем ведення сільського господарства на основі компромісу (рис.1.). У компромісних системах припускається використання агрохімікатів, але в обмежених масштабах і способами, які не завдають істотних збитків навколишньому середовищу.

Основою компромісного підходу в агроекології є три положення:

- створення такої структури агроекосистем, при якій за рахунок помірних антропогенних субсидій (добрив, засобів захисту рослин, пального і ін.) підтримується відносна самовідтворюваність ресурсів: ґрунтів, травостоїв, достатньо висока біорізноманітність і чистота води;

- система заборон (і відповідних екологічних нормативів) всіх форм дії на природні ресурси, які ведуть до їх руйнування;

- економія енергії за рахунок обробітку сільськогосподарських рослин і розведення порід худоби, які найбільше відповідають природним умовам. У цьому випадку значну частину «зовнішньої» енергії, що вводиться в агроекосистему людиною, замінить сонячна енергія, завдяки якій здійснюється фотосинтез.

Зрозуміло, що повністю уподібнити агроекосистему до природної – степової, лісостепової або лісової – неможливо, так само як і досягнути нульової ентропії. За умови винесення з агроекосистеми елементів живлення з пшеницею або м'ясом і молоком вона повинна отримати компенсацію. І за невідповідність її структури природній екосистемі також потрібно заплатити енергією (зорати ґрунти і захистити культурні рослини від бур'янів, побудувати теплі корівники і т. д.).

Щоб стимулювати самовідтворювану агроекосистему, потрібно знати ті її вузли або модулі де це зробити простіше.

1. Модуль «рілля – рослина». Рілля – найуразливіший елемент агроекосистеми, оскільки з урожаєм з ґрунту виносяться поживні речовини. Щоб компенсувати такі втрати, необхідно включати в сівозміни культури, здатні їх відновлювати: багаторічні трави, які залишають в землі багато кореневих залишків, і зернобобові (горох, соя та ін.), симбіотично пов'язані з азотфіксуючими бактеріями, здатними збагачувати ґрунт азотом.

Найбільш радикальний спосіб активізувати самозабезпечення ґрунту елементами живлення – заорювання зелених добрив, сидератів (люпину, буркуну, ріпаку йін.). Ці культури не тільки збагачують ґрунт органічною речовиною (а якщо це боби, то і азотом), але ще і своїм довгим корінням піднімають в орний шар вмиті углиб елементи живлення. У більшості районів активізації ґрунту сприяє також безполицева оранка, тобто спушення, що не порушує розташування ґрунтових горизонтів і життєдіяльності ґрунтових тварин і мікроорганізмів.

2. Модуль «біоценоз поля». Для самовідтворюваності агроресурсів дуже важливо знизити шкоду, що наноситься фітофагами. Цього можна досягти, підвищуючи біорізноманітність посівів: вирощувати разом декілька культур або сортів, зберігати навколо необорані закраїни з високотрав'ям, не викорінювати до єдиної смітні рослини і зменшувати розміри самих полів. У цьому випадку формується система корисних симбіотичних зв'язків, близька до природної, і тоді ентомофаги (комахи, птахи) зможуть контролювати чисельність фітофагів (рис.2). Повністю знищувати їх пестицидами немає необхідності. Поїдаючи деяке листя і генеративні органи культурних рослин, фітофаги цим урожай не понизять, він може навіть підвищитися, адже при дуже густому наметі погано освітлене листя витрачає більше енергії на дихання, ніж на фотосинтез.

Створення систем «рослина – фітофаг – ентомофаг» – найбільш перспективний варіант біометоду захисту рослин. При необхідності його можна поєднувати з періодичним використанням пестицидів, але лише в той час, коли від них буде менше шкоди популяціям «ворогів наших ворогів».

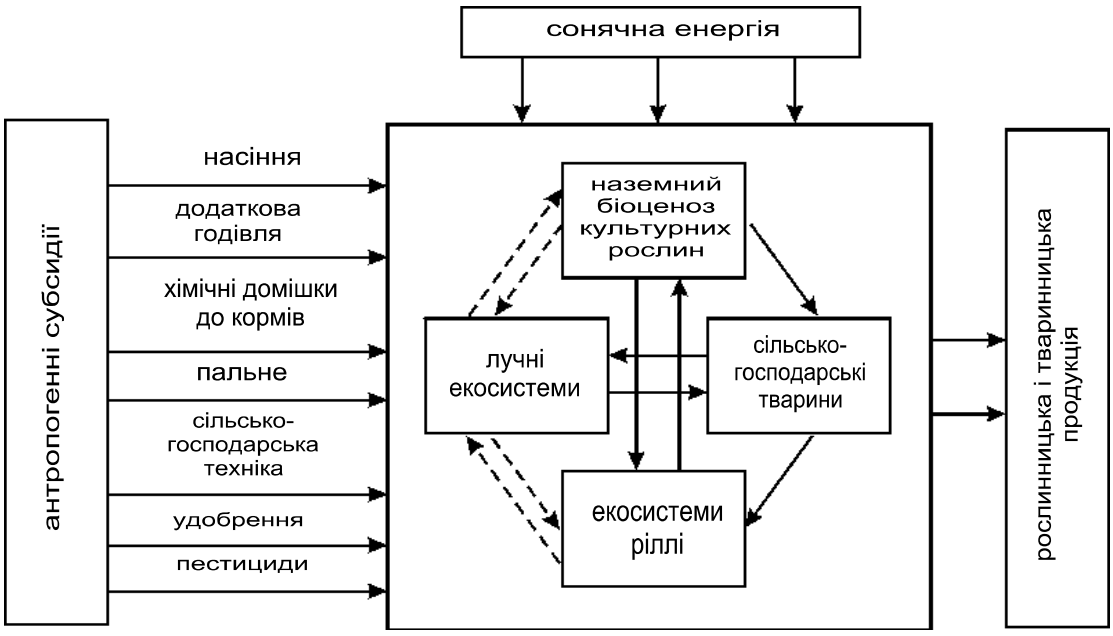


Рис.1. **Схема функціонування «компромісної» агроекосистеми (пунктирними стрілками показані слабкі взаємозв'язки)**

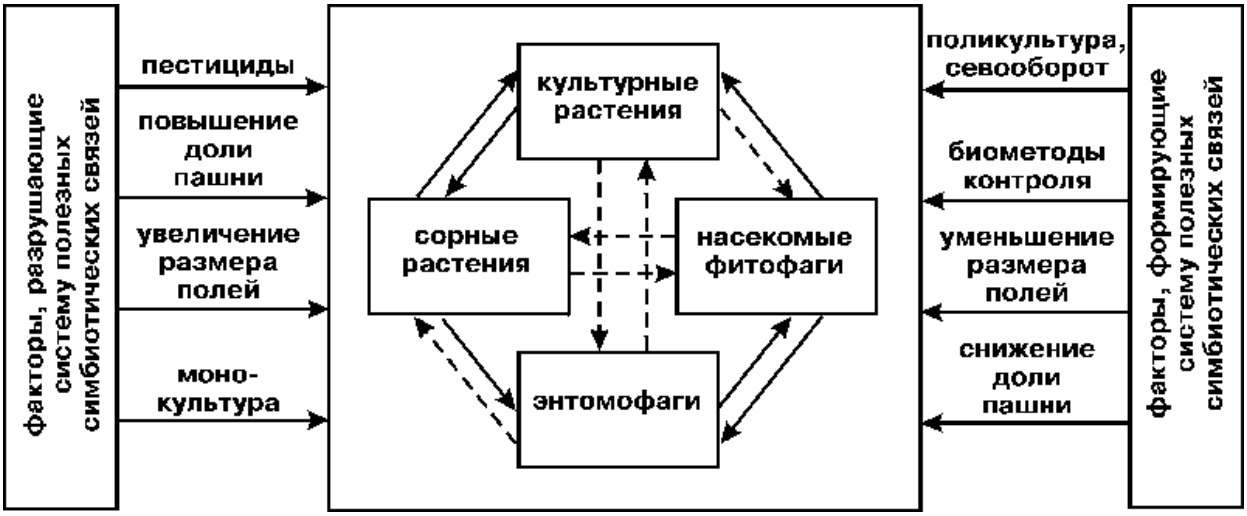


Рис.2. **Вплив різних факторів на систему корисних симбіотичних зв'язків у надземній частині агроекосистеми (слабкий вплив показаний пунктирними стрілками)**

3. Модуль «худоба – вигін – рілля». Великий агроном А. Т. Болотов (1738-1833) емпірично знайшов оптимальну структуру сільськогосподарської екосистеми. Він рекомендував співвідношення площі ріллі, луків і поголів'я худоби, при якій трави на пасовищах вистачало на прокорм худоби, а гною – для підтримки родючості ґрунту (1 га ріллі / 2 корови / 4 га лугу).

Сьогодні очевидно, що можна організувати і складніше господарство, в якому раціон худоби складався б з трав з ріллі і деякої частки соковитих і концентрованих кормів (зерна). Але гній, як і раніше, потрібний, щоб відшкодувати орному ґрунту втрати органіки і хоча б частину поживних елементів, які дадуть сидерати і мінеральні добрива. Проте нинішня надмірна концентрація худоби на великих фермах і, тим більше, тваринницьких комплексах робить нерентабельним транспортування гною на поля, якщо вони віддалені більш ніж на 5 км. Отже, слід повернутися до невеликих ферм, де містилося б не більше 50 голів великої рогатої худоби.

Насправді, розмір господарства завжди був ключовим питанням у побудові відносин людини і природи у сільському господарстві. Саме на розмірі господарства (селянського, фермерського, кооперативного та ін.) замикаються складні економічні, політичні, соціо-культурні та екологічні аспекти буття сільської родини.

4. Модуль «ліс – поле». Підтримка агроресурсів можлива лише в лісоаграрній агроекосистемі, а ліс – це каркас степу. Чергування лісу і ріллі зменшує ерозію, покращує мікроклімат, сприяє нормалізації гідрологічного та гидрохімічного режимів (за рахунок фільтрації лісовою

підстилкою забруднених стоків з полів). Ліс дає притулок «ворогам наших ворогів» і активно бере участь у формуванні системи корисних симбіотичних зв'язків.

В умовах помірного клімату лісомеліорація за рахунок фрагментів природних лісів або насаджень – безпрограшний прийом підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Поля в лісоаграрній екосистемі дають урожаю на 5–15 % більше, ніж в чисто аграрній (надбавка при цьому з лишком окупає втрати ріллі на лісопосадку). Крім того, немає неминучого ризику руйнування ґрунтів при гідромеліораціях.

Виникає лише питання про південну межу лісомеліорацій. Вони часто-густо виявляються неефективними при кількості опадів менше 300–350 мм на рік – дерева у віці 20–25 років відчувають гострий дефіцит води й усихають. Але в сухому степу і землеробство також є ризикованим, тому там доцільніше розводити худобу.

Створити стійку агроекосистему можна лише розрахунковим шляхом. Її принципові схеми будуть різними залежно від початкових природних умов (ґрунту, клімату) і економічних ситуацій (кон'юнктура ринку і попиту на вироблювані продукти, забезпечення енергією). Але у будь-якому випадку структура агроекосистеми повинна ґрунтуватися на екологічному імперативі. А цей імператив, в свою чергу, ґрунтується на системі екологічних заборон-нормативів.

Нормуванню, обмеженню підлягають будь-які дії на агроресурси, здатні зруйнувати ґрунт, природні кормові угіддя, забруднити надземні і підземні води агроландшафту і т. ін. Нормувати необхідно і безпосередній вплив (скажімо, навантаження сільськогосподарської техніки на квадратний сантиметр орного ґрунту, овець або коней на ту ж площу пасовища) і його результат: параметри хімічних і фізичних властивостей ґрунту, проективного покриття травостою і ступінь міцності дернини степового пасовища.

Найважливіші з обмежень наступні:

1. Частка ріллі, на величину якої впливають рельєф і клімат. У гористій місцевості площа ріллі буде украй обмежена (гранична крутизна схилу, що відкривається для різних цілей, – це теж екологічний норматив), на рівнині лісової зони вона не повинна перевищувати 40 %, а степовий – 70 %.

2. Заліснення, формальний облік якого у складі агроекосистеми мало що дає для оцінки лесомеліоратівного ефекту, оскільки він залежить від череговості лісу і ріллі. Об’єктивним показником тут може бути довжина узлісь (або лісопосадок), що припадають на 1 га ріллі, яка має становить 30–50 м/га.

3. Розмір поля побічно впливає на модуль «біоценоз поля», оскільки на дуже великих полях шанси сформувати систему корисних симбіотичних зв'язків невеликі. Якщо ж площа орного угіддя не перевищує 50–120 га і його закраїни вкриті рудеральним високотрав'ям (полини і чортополохи засмічувати посіви не можуть), то умови для розмноження ентомофагів поліпшуються.

4. Частка зернових і просапних культур. Ці культури руйнують ґрунт і тому не повинні займати в сівозміні більше 40 % в лісовій зоні і більше 60 % – в степовій. Інакше не вдасться компенсувати пожнивними залишками втрати органічної речовини. Щоб зберегти ґрунтову родючість, в сівозміни необхідно включати багаторічні й однорічні трави і бобові культури. Зазначимо, що без останніх доведеться вносити підвищені дози азотних добрив, а це дорого й може спричинити руйнування ґрунту і вимивання їх з полів у навколишнє середовище, що екологічно небезпечно.

5. Поріг засміченості. Сьогодні заклики боротися з бур'янами (до повного викорінювання) змінилися більш екологічною вимогою – контролювати щільність їх популяцій. Як виявилось, при невисокій кількості бур'яни сприяють розвитку культурних рослин: при внесенні добрив накопичують їх в підземних органах, зменшуючи вимивання в ґрунтові води, сприяють формуванню системи корисних симбіотичних зв'язків і, як уже згадувалося, піднімають з глибин поживні елементи.

Пороги засміченості залежать і від виду бур'янів, і від культури, яку вони засмічують. Проте в більшості випадків 10 % смітних видів при помірних урожаях приносять більше користі, чим шкоди.

6. Пасовищна ємність. Вона відображає кількість голів худоби, яке може міститися на пасовищі при збереженні його травостою. Визначення нормативів тут – справа досить складна, оскільки біологічна продуктивність пасовищ залежить від досить мінливих показників: кількості опадів і режиму їх надходження.

Площа, необхідна для утримання однієї голови худоби, – дуже інформативний, але важкий для розрахунку параметр. Він може коливатися в широких межах через кліматичні відмінності, рівень інтенсифікації сільського господарства (сучасної норми внесення мінеральних добрив), раціони годування худоби і врожайність сільськогосподарських культур.

Відзначимо, що екологізацію сільського господарства не варто приймати за революційний процес. При демографічній ситуації, що склалася, вона швидше піде як повільна еволюція, розвиток якої пов'язаний з успіхом в реалізації програми регулювання зростання народонаселення. Втім, в тих країнах, де демографічної проблеми немає, екологізація може піти досить швидко. Прикладом є США і багато країн Європи, в яких для дотримання екологічних вимог держава дотує селян. І

якщо кожна країна дотримуватиметься такої орієнтації, людство зуміє зберегти агроресурси і для майбутніх поколінь.

Відтак, позначимо головні положення, які треба пам'ятати, розглядаючи можливості збалансованого природокористування в агросфері:

- З методологічної точки зору агроекосистеми, які формують агросферу, необхідно розглядати не як окремі види чи популяції (в межах аутекології та демекології), а як власне екосистеми (сінекологія), або ще ширше – як первинні таксономічні одиниці ноосферного розвитку людства. Лише такий підхід дозволить конкретизувати проблему взаємодії людини і природи, зокрема у сільському господарстві, і вийти на розрахунок параметрів гомеостазу біосфери в цілому.
- Сталий і збалансований розвиток – не одне і те саме, оскільки сталий розвиток людства можливий лише при залученні додаткових, переважно невідновних (а отже, кінцевих) ресурсів біосфери. В агросфері ж можливий збалансований розвиток, оскільки за допомогою сучасних технологій між потребами суспільства і можливостями природних екосистем такого «балансу» можна досягти.
- Основою власне екологічного підходу у побудові моделі екологічно-толерантного природокористування вагросфері має стати ідея жорсткої відповідності спеціалізації сільського господарства і можливостей конкретних природних ландшафтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вавилов Н. И. Происхождение и география культурных растений / Н. И. Вавилов. – Л. : Наука, 1987. – 440 с.
2. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста / В. И. Вернадский ; АН СССР; ред. кол. А. Л. Яншин, С. Р. Микулинский, И. И. Мочалов ; сост. М. С. Бастракова и др. – М. : Наука, 1988. – 520 с.
3. Гиренок Ф. И. Экология, цивилизация, ноосфера / Ф. И. Гиренюк ; отв. ред. ак. АН СССР Н. Н. Моисеев. – М. : Наука,1987. – с. 28.
4. Глазовская М. А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. (Ландшафтно-геохимические процессы): уч. пос. для студентов специальностей «География» и «Геоэкология» / М. А. Глазовская. – 2-е изд. с заключ. автора. – М. : Изд-во МГУ, 2007. – 350 с.
5. Голубець М. А. Екосистемологія. / А. М. Голубець. – Львів : Поллі, 2000. – 315 с.
6. Город-экосистема / под ред. Д. А. Тимофеева. – М. : Медиа-Пресс, 1997. - 387 с.
7. Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни / В. Г. Горшков; отв. ред. К. С. Лосев. – М. : ВИНИТИ, 1997. – 470 с.
8. Гродзинський М. Д. Пизнання ландшафту: місце і простір : монографія. У 2-х т. / М. Д. Гродзинський. – К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005.
9. Гумилев Л. Н. Этногенез и биосфера Земли / Л. Н. Гумилев. – М. : «Институт ДИ ДИК», 1997. – 640 с.
10. Екологічна енциклопедія: У 3 т. / редкол: А. В. Толстоухов (гол. ред.) та ін. – К. : ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006. – Т. 1 : А-Е. – 432 с.
11. Клименко Л. П. Техноекологія : навч. пос. / Л. П. Клименко. – Симферополь : «Таврія», 2000. – 544с.
12. Колективна монографія учених-аграрників НУБІП [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.nauu.kiev.ua/book/
13. Крючков В. Г. Территориальная организация сельского хозяйства / В. Г. Крючков. – М. : Мысль, 1978. – 333 с.
14. Лосев К. С. Ландшафтоведение и экология – соотношения и структурные единицы / К. С. Лосев, М. Д. Ананичева, Чеснокова И. В. Укр. геогр. журн. – 2001, – № 4. – С. 53-60.
15. Макфедьен Э. Экология животных. Цели и методы / Э. Макфедьев. – М. : Мир, 1965. – 412 с.
16. Мельник Л. Г. Екологічна економіка : підручник / Л. Г. Мельник. – Суми : ВТД «Університетська книга», 2003. – 348 с.
17. Мечников И. И. Этюды оптимизма / И. И. Мечников. – М. : Наука,1987. – 299 с.
18. Моисеев Н. Н. Экология и ноосфера. / Н. Н. Моисеев // Экология и жизнь. – 1999. – № 3. – С. 3 – 8.

19. Некос В. Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище : підручник для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / В. Ю. Некос, Н. В. Максименко, О. Г. Владимирова, А. Ю. Шевченко– Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.
20. Павленко Ю. Історія світової цивілізації. – Соціокультурний розвиток людства / Ю. Павленко. – К. : Либідь, 1996. – 358 с.
21. Подолинський С. А. Вибрані твори / С. А. Подолинський. - К. : КНЕУ, 2000. – 328 с
22. Поздняков Д. В. Разработка и картографирование интегральных показателей устойчивого развития стран мира / Д. В. Поздняков, В. С. Тикунов, А. П. Федотов // Вестн. Моск. Ун-та. Сер 5. : География. – 2003. – №2. – С. 20–29.
23. Посев по технологии No-Till в рамках почвозащитного земледелия / пер. с англ.; печатается по изданию «No-tillage Seeding in Conversation – Agriculture.»/ Second edition, 1996. Днепропетровск, 2007. – 356 с.
24. Преображенский В. С. Поиск в географии / В. С. Преображенский. – М.: Просвещение, 1986. – 224 с.
25. Реймерс Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – М. : Россия молодая, 1994. – 367 с.
26. Ретеюм А. Ю. Земные миры / А. Ю. Ретеюм – М. : Мысль, 1987. – 272 с.
27. Родоман Б. Б. Основные типы географических границ / Б. Б. Родоман // Географические границы. – М. : Изд-во МГУ,1982. – С.19-32.
28. Сельскохозяйственные экосистемы. - М.:Агропромиздат, 1987. – 223 с.
29. Сонько С. П. Просторовий розвиток соціоприродних систем: шлях до нової парадигми: Наукова монографія / С. П. Сонько. – К: Ніка Центр, 2003. – 287 с.
30. Сонько С. П. Географічна інтерпретація доповідей Римському клубу / С. П. Сонько // Український географічний журнал.– 2003. – №1. – с. 55–62.
31. Сонько С. П. Засадничі принципи ноосферного природокористування у контексті концепції сталого розвитку / С. П. Сонько // Вісник Криворізького економічного інституту КНЕУ. – 2006. – №8. – С. 74-87.
32. Сонько С. П. Концепція ноосферних екосистем як продовження ідей В. І. Вернадського / С. П. Сонько // Ноосфера і цивілізація: всеукраїнський філософський журнал. – Донецьк : ДонНТУ, 2010. – вип. 8–9/10. – С. 230–241.
33. Топчиеєв О. Г. Географичесчкие основи геоэкологии / О. Г. Топчиев. – Одесса : Astroprint. – 2001. – 125 с.
34. Одум Ю. Экология / Ю. Одум. - М. : Мир, 1986. - Т. 1. – 328 с.; Т. 2. – 376 с.
35. Чаянов А. В. Крестьянское хозяйство: Избранные труды / А. В. Чаянов. - М. : Экономика, 1989. – 492 с.
36. Швебс Г. И. Введение в эниогеографию. Книга 1. Эниоземлеведение / Г. И. Швебс. – Одесса: Изд-во Одесского ун-та, – 2000. – 275 с.
37. Хаггет П. Пространственный анализ в экономической географии / П. Хаггет. – М. : Прогресс, 1968. – 392 с.

ДОДАТОК

НЕТРАДИЦІЙНІ КОНЦЕПЦІЇ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Традиційне і нетрадиційне пізнання в ноосферології. Ноосферологія – відносно молода проблемна галузь сучасної науки, яка активно формується на основі непересічної наукової спадщини нашого видатного співвітчизника В. І. Вернадського. Саме в межах предметної області ноосферології можлива коректна постановка і подальше вирішення проблеми взаємодії природи і суспільства. Ця наука дуже широка за охопленням складових бо включає до своєї предметної області майже весь перелік наук від природничих до гуманітарних.

На сьогодні сформувалися й одержали відносне завершення два головних напрямки в пізнанні: *науковий та позанауковий*. Під науковим мається на увазі, насамперед «позитивна» матеріалістична наука, що базується на експериментальному способі пізнання. Так званий позанауковий напрямок - поєднує дуже різні способи пізнання. Вони мають, проте, загальні принципові особливості. Позанауковий спосіб пізнання формувався впродовж ряду тисячоріч і розвивався через людину, через її внутрішній світ. Цей спосіб існував у духовному просторі, межі якого набагато ширші, ніж ті, які мала емпірична наука, що діяла в тривимірному полі щільної матерії. Обидва способи пізнання мають загальне джерело виникнення й могли б добре доповнювати один одного. Але згодом відбувся драматичний поділ єдиного древа на дві як би не зв'язані галузі, що сильно загальмувало процес пізнання.

Позанаукові методи пізнання звичайно позначаються такими визначеннями, як *езотерика, окультизм, містика* та інше. Жодне з них не дає ясного уявлення про суть методу й скоріше сприяє різного роду міфам і непорозумінням. Якщо відкинути ці архаїчні терміни й взяти за основу поняття «наука» то позанаукову систему пізнання можна було б назвати *наднаукою, або метанаукою*. Складність формування наукової системи ноосферології полягає якраз в тому, що вона якраз і являє собою наднауку, або метанауку у якій поєднується два головних напрямки в пізнанні: науковий й позанауковий.

Учення космізму та «Жива етика». Метанауковий спосіб пізнання весь пронизаний ідеями космізму. Новому мисленню відповідає й нова система пізнання, що являє собою синтез основних способів пізнання, наукового й метанаукового, синтез, що веде до відновлення, на більш високому рівні, зв'язку з Вищим. Нова система пізнання найтіснішим чином пов'язана з моральними й етичними моментами. Такою системою пізнання є Жива Етика, або філософія космічної реальності, розроблена Оленою

Іванівною Блаватською й Миколою Костянтиновичем Рерихами в співдружності з Гімалайськими Вчителями, що стояли біля джерел цих знань. Вся методологія Живої Етики тісно пов'язана з дією законів Космосу, які лежать в основі космічної еволюції.

Жива Етика містить у собі систему пізнання нового космічного мислення. У ній синтетично об'єдналися знання древні й сучасні, думка Сходу й Заходу, досягнення емпіричної науки й метанауки, способи пізнання різних областей творчості, таких як наука, релігійний досвід, мистецтво.

Людство ввійшло в XXI століття, обтяжене серйозними проблемами соціального, політичного й екологічного порядку, які згідно експертам, носять кризовий характер. Мова йде про виживання людства й про збереження Землі як планети, принаймні – про збереження її біосфери. Вирішити ці проблеми традиційними засобами вже неможливо. Необхідна радикальна зміна поводження людства на планеті. А це вимагає, насамперед, зміни його свідомості. Неможливо виробити правильну стратегію, не маючи адекватного уявлення про світ, у якому ми живемо. Ми стоїмо на порозі радикальної зміни наукової картини світу.

Нова система знань, що опирається на космічне мислення, допоможе виробити стратегію поводження людства. Ідеї синергетики, яка вивчає поводження складних великих систем, екології, спільної несуперечливої еволюції (коеволюції) людського суспільства й природи повинні лягти в основу нового космічного мислення.

Якщо людина правильно усвідомлює процес еволюції й спрямовує свою волю в русло її потоку, то вона відчуває почуття гармонії з навколишнім світом, почуття радості буття, єдності з усією світобудовою. У зворотному випадку, якщо воля людини спрямована проти потоку еволюції, вона страждає, відчуває незадоволеність життям, безглуздість свого існування. Страждання, таким чином, спрямовують людину в русло потоку еволюції, спонукуючи її до пошуку шляхів їхнього усунення. Цей пошук приводить людину на шлях поліпшення своєї карми. Людина, що розширила свою свідомість до розуміння законів еволюції, стає із цього моменту свідомим творцем своєї карми.

Знання закону карми спонукають до наступних висновків. Перший висновок – людина не може ухилитися від сплати колишніх боргів. Тобто їй доведеться сплатити наслідки своїх колишніх вчинків, зроблених у колишніх життях, як гарних, так і поганих. Тому людина повинна мужньо й з розумінням зустрічати удари долі, і розуміти, що вона жне те, що посіяла. Однак ці наслідки можуть бути зменшені, якщо людина поліпшує свої якості, тому що очищене мислення й, отже, очищена аура зовсім інакше реагують на зворотні удари.

Другий, ще більш важливий висновок полягає в тому, що зараз, у цьому житті потрібно робити добро, прагнути працювати на загальне добро. Посіяне добро, у силу закону Карми, неодмінно повернеться у вигляді наслідків до його сівача. От чому дотримання моральних заповідей

є найвищою мірою доцільного поводження людини. А саме на цьому будується ноосферний світогляд.

Синтетичні практики в ноосферології. Синтетичне застосування підходів класичної науки та нетрадиційних практик пов'язується з іменами окремих видатних людей. Серед них найбільш одіозна постать – *Друнвало Мелхиседек* (Drunvalo Melchizedek)[141] – всесвітньо відомий учений, еколог, винахідник, езотерик, цілитель і Вчитель, автор багатьох книг[142]. Друнвало – засновник семінарів «Квітка Життя», «Земля й Небо» і «Живи в Серці». Семінари Друнвало є синтезом древніх езотеричних знань і духовних практик, а також сучасних наукових досліджень і досягнень. Уже протягом багатьох років Друнвало несе своє найширше бачення світу через програму «Квітка Життя» і медитацію Мер-Ка-Ба. Це вчення охоплює всі області людського знання, розглядаючи розвиток людства від древніх цивілізацій дотепер, і дає ясність відносно стану свідомості світу й людини, що необхідно для більше гармонічного переходу в Нову Еру. Вчення Друнвало відкрито представляє езотеричну інформацію, що йде із глибини століть про те, як усвідомлено використати для духовного росту принципи Сакральної Геометрії – геометрії форм, що лежить в основі життя й всіх інших проявів у Всесвіті.

Завдання Друнвало – передати людству Споконвічні Знання, допомогти «згадати», витягаючи із глибин пам'яті здатності, якими потенційно володіє кожна людина. Із часів Атлантиди ці знання зберігалися в наших клітинах у сплячому стані, і зараз, у цей перехідний період, прийшов час згадати, «хто ми є й навіщо прийшли на Землю». Головне – допомогти землянам відновити пам'ять про Мер-Ка-Ба – потужне енергетичне Поле Світла, що оточує наше фізичне тіло. Це дозволяє досягти глибинного контакту зі своїм Вищим Я і підготуватися до майбутнього переходу Планети й Людства на більше високий рівень свідомості – рівень Свідомості Єдності. Згідно цієї концепції позитивне вирішення проблеми природокористування знаходиться в удосконаленні самої людини, як найрозумнішої істоти на планеті.

---

[141] Друнвало – фізик за освітою, член езотеричного ордена Мелхиседеків. На початку Друнвало вивчав фізику й математику в University of California at Berkeley, але коли йому залишалося відучитися останній семестр, він вирішив не одержувати ступінь, тому що довідався багато неприємної йому інформації про вчених і їхнє оточення. В 1970 році Друнвало одержав все-таки ступінь (але вже в іншому коледжі). Після того, як він повернувся з В'єтнаму, він вирішив поїхати жити в гори (як він завжди хотів). У Канаді він оженився й переїхав жити в невеликий будинок, що стоїть на озері Kootenay Lake, у чотирьох милях від найближчої дороги.

[142] Всі книги автора: «Древня Тайна Квітки Життя!»; «Світоносна Змія. Рух Кундалини Землі»; «Древня Таємниця Квітки Життя. Том 1»; «Древня Таємниця Квітки Життя. Том 2»; «На порозі змін. Лекції й бесіди»; «Древня таємниця Квітки Життя. Том 1 (2005)»; «Древня таємниця Квітки Життя. Том 2 (2005)»; «Священна жіночність»; «Початок Кінця Часу. Лист до читачів»; «Живи в серці (2004)»; «Любов, ерос і духовний шлях»; «Древня Таємниця Квітки Життя. Том 2 (2003)»; «Древня Таємниця Квітки Життя. Том 1 (2000)».

Школа єдиного принципу створена в 1993 році Ольгою Асауляк із благословення старця Феофіла, архімандрита Китаєвої пустині. Мета школи – відродження духовного подвижництва й передача живого православного досвіду внутрішнього шляху, накопиченого святими отцями у світ. У даний момент підготовлено 5 академічних курсів школи, по яких регулярно проводяться лекції в містах Росії й України. Подвижники школи проводять регулярні зустрічі, на яких розбираються проблеми духовного розвитку, читаються лекції лідерами школи й представниками духівництва. На кожній зустрічі під керівництвом досвідчених подвижників проводиться інсайт. Лідери школи із благословення старців постійно займаються духовним зцілюванням.

Згідно вчення Асауляк, система світобудови – це десять планів з сімома підпланами в кожному плані. Фізичний план – сьомий по рахунку, починаючи від плану Абсолюту (Трійці). Вище фізичного плану йдуть план почуттів (астрал), план думок (ментал), план ідей (ейдос), план інтуїції, план причинності, і план Трійці. При цьому кожний із планів, крім фізичного, буде для нас у певному змісті потойбічним світом (ПС). Дуже цікавим є тлумачення еволюції з позиції єдиного принципу[143]. Згідно цієї концепції збалансоване природокористування, як власне і інші форми існування людини у Космосі можливі за умови досягнення нею найвищої духовності.

Концепція енерго-інформаційної сутності Всесвіту Г. І. Швебса показує можливість існування більш тонкої інформаційної взаємодії між всіма матеріально-речовинними об’єктами планети. Йому належить започаткування науково-езотеричного напрямку – *еніології* (енерго-інформаційної науки)[144]. Основні положення:

---

[143] Очевидне розрішення проблеми еволюції (ПЕ) полягає в тому, що із ПС із самого початку створення фізичного плану (Великого вибуху) у наш ідеально замкнутий у фізичному відношенні всесвіт почали надходити й дотепер надходять інформаційно-енергетичні посили, що діють убік прогресивної еволюції, що включає припущення про наявність у ПС Творця. Ці посили, що містять інформацію, природно, прив'язану до якогось носія, (тонкоматеріального), неможливо виявити фізичними приладами, тому що їх відчувають лише продовження фізичних тіл в інших планах (тонкі тіла цих об'єктів). На фізичному плані про них ми дізнаємося лише по результатах. У першому наближенні можна припустити, що еволюціогенні впливи із ПС, здійснюються дискретно: у потрібний момент, у потрібному місці. Потрібне місце – це, наприклад, утроба одного із двох представників вихідного виду (вихідних генотипів того самого виду) у момент зачаття особини нового виду (особини того ж виду, але з новими характеристиками). Потрібний момент – це, коли вид (рід), дані особини дозріли до цього, тому що, за Асауляк, еволюція живого – це спільна творчість тварини й Бога. Всі наробітки виду, роду, індивіда накопичуються у відповідних банках пам'яті в ПС і відіграють певну роль у подальшій еволюції індивіда, роду, виду. У такий спосіб еволюція видів для спостерігача на фізичному плані виглядала б практично по Дарвіну: спадковість, мінливість, природний добір. Єдино, чим спостерігач-дарвініст, очевидець події виникнення нового виду, був би здивований, це тим, що випадкові мутації виявилися настільки злагодженими й комплексними, що залишають відносно не так багато місця для природного добору.

[144] Швебс Г. Л. Духовность мироздания / Л. Г. Швебс // – Одесса, 1995. – 108 с. Швебс Г. И. Прорыв в прошлое / Л. Г. Швебс // – Одесса : Маяк, 1998. – 298 с.

1. Всесвіт представлений двома істотно різними матеріальними субстанціями: корпускулярною й інформаційно-польовою (ІП)[145].

2. Будь-який об'єкт – від електрона до Космосу – енергетична субстанція (наприклад, плазменна), представлена щільною (корпускулярною) і тонкою (ІП) матерією[146].

3. Живі об'єкти (людина, тварини, рослини), як і всякі інші об'єкти Всесвіту, також представлені структурою щільної матерії і біополем, що є носієм інформаційно-енергетичних характеристик об'єкта.

4. Людина, поряд з біополем, має псі-ІП-структури, що забезпечують їй, поряд зі звичайними п'ятьма почуттями, надчуттєве сприйняття світу (НСС).

5. НСС є об'єктивним чинником сприйняття Космічного ІП, суб'єктивна інтерпретація якого в багатьох культурах відбивається вірою в Бога.

6. Увесь світ – цілісність. Існують певні, логічно важко усвідомлювані зв'язки між взаєморозміщенням об'єктів і їх функціонуванням[147].

7. Людина є не біо-социальним, а псі-біо-соціальным явищем. Суспільні групи людей формують свої ІП-структури, що, накопичуючи інформацію, впливають на підростаюче покоління через індивідуальні псі-ІП людей.

8. Наявність ІП-суспільних груп створює перспективи доповнення ліберально-демократичного принципу організації соціуму соціально-еніологічною складовою, котра дозволить більш об'єктивно направляти і контролювати дії владних структур.

9. ІП Землі (гео-ІП) – це складна система геоактивних структур, що утворюють комбінації сакральних і геопатогенних зон, смуг, решіток, просторових фігур. ІП-структура Землі додає їй не тільки зовнішню подібність з живим організмом, вона по-своєму дійсно «оживляє» Землю. Однією зі складових гео-ІП є ноосфера – ІП-структура, що сформувалася під впливом свідомості-сили людей, псі-іп-монад людства. Ноосфера стає каталізатором громадського життя землян.

Планета Земля, швидше за все, – насичена динамічна енергоінформаційна система, яка в чомусь нагадує електродвигун, що черпає енергію з Космосу (як від Сонця, так і з фізичного вакууму через її ІП-складову). Сам фізичний вакуум, на думку деяких фізиків, містить приховану енергію і приховану масу. У процесі саморегуляції цей «двигун» не тільки енергетично підживлюється, але і скидає локальні надлишки енергії в той же

---

[145] Остання, швидше за все, є складною комбінацією елементів фізичного вакууму: торсійних полів, кварк-глюонних ланцюгів, прихованої маси і прихованої енергії вакууму й ін. Комбінація цих елементів може формувати субстанцію з принципово іншими властивостями, іноді наближаючи до квазіживого не білкового утворення.

[146] Причому інформаційне поле об'єкта завжди є частиною як щільної складової, так і навколишнього його простору, структуруючи останній в залежності від особливостей щільної складової. Однак зміна структури зовнішнього ІП об'єкта спричиняє зміни в самому об'єкті.

[147] Наприклад, положення планет, проникнення в земний простір комет, «життя» Сонця, з одного боку, і поява тих чи інших подій на Землі, з іншого, мають певний взаємозв'язок. Можливим їхнім носієм можуть бути, наприклад, кварк-глюонні ланцюжки (нитки) Всесвіту.

Космос, а також витрачає її на «роботу» у виді землетрусів, вулканів, впливаючи цим на атмосферні і навіть ближньокосмічні процеси[148]. Враховуючи сучасні тенденції просторового розвитку людської цивілізації локальними ретрансляторами, що (за висловом Г. І. Швебса) «скидують надлишки енерегії в космос» є міста, які переробляють земну речовину в інформацію. Згідно цієї концепції у процесі природокористування формуються природно-господарські системи, структуру і динаміку яких треба «вписувати» у енерго-інформаційні процеси Всесвіту.

Синтетичне вчення «Анастасія» і громадський рух «Дзвенячі Кедри Росії». Основи вказаного вчення викладено у книжках сучасного російського письменника Володимира Мегре (справжнє прізвище – Пузаков). Володимир Мегре, у минулому один із провідних бізнесменів Сибіру, що написав чудові книги серії «Дзвенячі Кедри Росії».

Одна з основних ідей книг (мрія Настасії) – кожному бажаючому росіянину необхідно взяти 1 гектар землі й створити на ньому свій Родовий маєток: обсадити його живим парканом, посадити сад, викопати ставок і головне зробити все таким чином, щоб усе було в гармонії, у просторі Любові й не вимагало втручання людини. Гармонія повинна досягатися за допомогою природних механізмів природи, а не штучних. Що залишається людині, коли вона все це зробить – пити чисту воду, дихати чистим повітрям, їсти екологічно чисті продукти, бути разом зі своєю родиною коханою (коханим) і дітьми. А ментальну енергію, яка вивільняється, спрямовувати на будь-які творчі процеси.

Головна героїня книг Володимира Мегре – «дівчина з лісу» - Анастасія, яка живе у гармонії з Природою. Велику увагу Анастасія приділяє Родовим поселенням тому, що Родові поселення – це місця, ідеально пристосовані для розвитку й удосконалювання найкращих якостей і здатностей людьми нового покоління (найскоріше, повною мірою такими будуть уже наші діти, зокрема відома новонароджена раса «індіго»[149]). Спільний розвиток цих двох якостей (здатностей) у батьків і дітей створює міцні внутрішньородинні духовні енергетичні зв'язки, дозволяє передавати щирі знання про будову Світу й удосконалювати вміння творчого перетворення Світу з покоління в покоління[150].

У Росії, Україні, Білорусії, Казахстані утворилися відповідні громадські рухи, які за основу своєї діяльності беруть ідеї викладені в книжках Мегре. Найвідоміший з них «Дзвенячі Кедри Росії». В Україні – «Родове джерело».

---

[148] Г. И. Швебс. Эниоземлеведение. Постановка вопроса / Г. И. Швебс // Український географічний журнал. – 1998. – №4. – С. 40–45.

[149] Ці діти не так,і як ми. Вони інші й не схожі ні на кого. Мудрі, тонко відчувають, дивні психологи. Некеровані, волелюбні, не піддаються контролю.

[150] На підставі багатобічного дослідження існуючий практик, методів і систем розвитку людини Науково-Дослідним Центром при громадському руху «Родове джерело» було обрано практики двох шкіл – Гурджиєва–Успенського й Броннікова. З окремими елементами цих практик можна буде ознайомиться в даній рубриці або на сайтах клубів і шкіл Гурджиева-Успенского й Бронникова.

У різних регіонах Росії родини здобувають на занедбаних угіддях по гектару землі, на яких облаштовують свої родові маєтки, свою малу батьківщину. Ніякі труднощі їх не лякають. Ні відсутність підтримки з боку держави, ні відсутність інфраструктури, багато хто з них поки ще живуть у наметах, інші вже побудували власні будинки, висадили сад. По травичці босими ніжками роблять свої перші кроки, народжені в маєтках діти. Відчуття прекрасного майбутнього надихає людей. Ентузіазм людей похилого віку й молоді схожий на ентузіазм комсомольців, – будівельників БАМу й цілини.

Люди різних національностей, віросповідань, в основному з вищою освітою і вченими ступенями вже підготували законопроект про родовий маєток і запекло обговорюють його на сайті *www.Anastasia.ru.* Вони звертаючись до Уряду й Президента, затверджують, що за підтримкою Уряду, нова ідеологія способу життя родини, описана в книгах серії «Дзвенячі кедри Росії», здатна вивести країну із кризи за кілька днів, повністю виключити безробіття. Криза зникає, коли людина, її родина чітко уявляють своє майбутнє.

У різних регіонах Росії утворилося вже більше 150 екопоселень, що складаються з родових маєтків. Їхня кількість продовжує збільшуватися. При підтримці з боку держави буде задіяна найбільш велика сила – народ! Головна суть цієї концепції полягає в тому, що людина в процесі природокористування повинна утворювати екологічно-толернтні форми свого просторового буття – екопоселення, які за усіма екологічними ознаками нагадують екотоп.

Планета «Пандорра» – екологічний ідеал природокористування. Пандорра – місце дії фільму «Аватар» Джеймса Кемерона. Планета населена розумною гуманоїдною расою – На'ві. Пандорра – супутник вигаданої планети Поліфем, що відноситься до класу газових гігантів і зірки, що обертається навколо А-системи Альфа Центавра (Alfa Centauri A, ACA). Не дивлячись на те, що Пандора є супутником Поліфема, вона більше схожа на Землю, ніж на Місяць.

У фільмі прослідкована історія зіткнення двох кардинально різних культур: з одного боку – сучасної зеної цивілізації, у якій відсутність технічних новацій на зразок комп'ютера чи автомобіля хвилює людину набагато сильніше, ніж виснажена екологія планети; з іншого боку – гармонійної культури Пандорри, коли її мешканці знаходяться в повній гармонії з навколишнім світом. Але землянам мало місця на своїй планеті, вони прагнуть до захоплення все нових і нових територій. Крім того, на Пандоррі знайдений диво-мінерал – багатюще джерело енергії. Людство не може упустити можливість їм заволодіти. Адже для досягнення мети треба всього лише «потіснити» аборигенів На'ві. Люди відправляються на Пандорру спочатку з метою її вивчення, а надалі з метою захоплення. Вони «опановують» планету в тілах клонованих тубільців На'ві, якими управляють із спеціальних капсул.

Найуникальніша з особливостей Пандорри – це нейронна мережа, що існує на ній і яка об'єднує всіх живих істот, як рослини, так і тварин, в єдине ціле, що допомагає їм підтримувати між собою непорушний зв'язок. Мережа Пандорри – це незриме утворення, щось на зразок біоінтернету. Тварини і На'ві можуть бути включені в цю мережу за допомогою своїх кіс або щупалець, завдяки яким вони здатні безпосередньо залучатися до цієї глобальної системи, «викачуючи» або «завантажуючи» в неї інформацію. Вважається, що ця мережа – результат високочастотних електромагнітних хвиль, що випускаються зірками системи Альфа Центавра, а також безпосередньої близькості газового гіганта Поліфема. Нейронна мережа являє собою набір електро-хімічних зв'язків між деревами, і, враховуючи, що кожне дерево утворює приблизно 10^4 зв'язків з іншими деревами, а на Пандоррі росте близько 10^{12} дерев, то загалом утворюється щось ніби «супермозку» планети, який На'ві називають «Ейва», у розпорядженні якої знаходиться 10^{16} з'єднань, тобто приблизно в сто-двісті разів більше, ніж в людському мозку. Ця мережа дає На'ві декілька серйозних переваг, адже за її допомогою вони можуть не тільки спілкуватися з «душами предків», набираючись досвіду, але і приручати тварин без надмірного втручання в їх біологію (як це відбулося з наземними домашніми тваринами), а також «домовлятися» з різними живими істотами, без застосування зайвого насильства. Це ж, до речі, додає Народу той особливий менталітет братерських відносин зі всіма живими створіннями пандори, хижаками і жертвами, крилатими і безкрилими. Згідно міфології На'ві, цей зв'язок утворений «шляхами Ейви», і, кожного разу, коли На'ві сідає на крилатого дракона, або встановлює зв'язок з іншими істотами, він залучається до цієї великої системи, що складається з тисяч і тисяч різних свідомостей, думок, спогадів. І нічого дивовижного, що для них будь-яка істота, маленька або велика, – брат по крові і розуму[151]. Адже всі вони – частина єдиного цілого, і, якщо придивитись, то вже не особливо вони і різняться, ці діти єдиної Матері. Ейва – цілеспрямована сила і божество Пандорри і На'ві. На'ві вірять, що Ейва зберігає всю екосистему Пандорри в досконалому балансі. Той факт, що На'ві можуть їздити на своїх драконах відразу ж, а не після століть «приручення» цих диких тварин (як на Землі) саме і пояснюється тим, що всі живі істоти на Пандоррі з'єднуються з Ейвою за допомогою нейро-провідного зв'язку.

Такий зв'язок обумовлює головні риси екологічного буття цього народу. Як відомо, у На'ві, в основному, не існує такого поняття як «особиста територія». Дерево-Будинок є щось на зразок громадської хати стародавніх слов'ян, або загального будинку деяких африканських народів, тому, за рідкісним винятком, будь-який член клану може відвідати будь-який його куточок, і потреба в будь-яких огорожах відпадає сама собою, але, якщо вже

[151] Подібні думки зустрічаємо у відомому творі Р.Кіплінга «Мауглі»: «Ми з тобою однієї крові – ти і я».

виникає така необхідність – скажімо, для забезпечення спокою хворому, або для збереження реліквій і інших цінностей клану – використовуються два шляхи: або розвішуються вишиті завіси, що тим самим захищають певну ділянку загальної печери (за таким же принципом, до речі, поступали і стародавні кельтські племена), або використовуються особливі «живі двері» – щось ніби аналога електронного замку, коли проникнення за двері обмежується до декількох На'ві – скажімо, вождя і старійшин клану. Такі двері вважаються за особливі в житті Народу, і поява їх невипадкова. Іноді ці двері являють собою звичайні кореневі волоски, що сплітаються в химерну мережу, які розпізнають На'ві, що наближається. І, якщо він «свій», пропускають його – інакше вони цілком можуть обвитися навколо порушника і утримувати його невизначено довгий час. До того ж, завдяки зв'язку з іншими деревами, завдяки біоелектриці на Пандорі ведеться загальний контроль раз у раз «підбурюваним» крихітними розрядами струму – краще не лізь, куди не просять! Іноді, втім, двері виглядають переконливіше, і можуть вдавати із себе щільну завісу гнучких гілок, а в особливо стародавніх місцях – і переплетення коріння, що дуже важко подолати! Тим самим Ейва як би натякає, що ніколи і нікуди не варто поспішати – якщо в тобі живе достатньо допитливий розум, ти і сам, рано чи пізно, все дізнаєшся, а доти – наберися терпіння і чекай.

Власне, вся Пандорра функціонує як єдиний механізм. Причому, не метафорично, а цілком буквально. Не тільки «місцева мудрість», але і дослідження доктора Грейс указують на те, що всі живі організми (а на Пандоррі «живим» є абсолютно все) сполучені там в єдину, причому централізовану, електронну мережу.

Свого роду «центральним процесором» і одночасно блоком живлення цього механізму є «богиня Ейва» – вона координує енергетичний обіг і в цілому життя Планети, посилаючи її жителям сигнали, які спрямовують їх дії. Більш того, всі живі організми обладнані чимось на зразок USB-портів, завдяки чому можуть підключатися один до одного або безпосередньо до центрального блоку живлення і обмінюватися таким чином інформацією і енергією. Все на цій планеті відбувається в рамках тотальної і досконалої впорядкованості, гарантом якої є Богиня.

Про «енергетичний баланс» Землі і небезпеки його порушення, про досконалу і самодостатню екосистему планети, її власну логіку і закони, ігнорування яких приведе до катастрофи – всі ці аргументи і стають очевидними для глядачів за допомогою екосистеми Пандорри. В контексті збалансованого природокористування у фільмі «Аватар» «створена» досконала планета, у якій зняті майже усі протиріччя між Людиною і Природою. Власне, це ідеальний образ Природи, у якій Людина не є господарем, а частиною цілого. Образ, який наочно являє можливість природокористування, толерантного до природи.

Навчальне видання

Сонько С. П., Максименко Н. В., Біньковська Г. В., Василенко О. В., Гарбуз А. Г., Голубкіна О. М., Дубін О. М., Квартенко Р. О., Михайлова К. Ю., Пушкарьова Т. М., Суханова І. П., Цигода В. С., Шиян Д.В.

ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОСФЕРІ

Навчальний посібник

За редакцією проф. С. П. Сонька та Н. В. Максименко

Корректор *Л. Є. Стешенко*
Комп'ютерне верстання *О. В. Будник*
Макет обкладинки *І. М. Дончик*

Формат 60х84/16. Ум. друк. арк.31,9. Тираж 100 пр. Зам. № 209/15.

Видавець і виготовлювач
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61077, м. Харків, майдан Свободи, 4
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009 р.

Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна
Тел. 705-24-32