

Міністерство освіти і науки України  
Запорізькій національний університет  
Інженерний інститут

О. О. Троїцька  
Н. В. Беренда  
К. В. Белоконь  
Є. А. Манідіна

## **ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК**

Навчально-методичний посібник

для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра денної і заочної форм навчання спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища», спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Цивільна безпека», спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія»

Затверджено  
вченою радою ЗНУ  
Протокол № \_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

Запоріжжя ЗНУ  
2020

УДК 502/504-021.387(075)  
О-751

Троїцька О. О., Беренда Н. В., Белоконь К. В., Манідіна Є. А. Основи екології та сталий розвиток : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра денної і заочної форм навчання спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» за освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища», спеціальності 263 «Цивільна безпека» за освітньо-професійною програмою «Охорона праці», спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія». Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 178 с.

У навчально-методичному посібнику «Основи екології та сталий розвиток» для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра денної і заочної форм навчання спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» за освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища», спеціальності 263 «Цивільна безпека» за освітньо-професійною програмою «Охорона праці», спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» викладено навчально-методичні матеріали щодо опанування лекційного і практичного курсу з дисципліни «Основи екології та сталий розвиток». Наведено теми для самостійного опрацювання і тести для самоконтролю. Навчально-методичний посібник призначений для використання у освітньому процесі.

Рецензенти:

*Є. О. Тулушев* – завідувач відділенням оцінки впливу на здоров'я людини факторів середовища життєдіяльності ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України»  
*О. Г. Добровольська* – кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства

Відповідальний за випуск:

*Г. Б. Кожемякін* – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри прикладної екології та охорони праці

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ .....	7
1 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ .....	7
1.1 Базові поняття традиційної екології .....	7
1.2 Організми, популяції, угруповання .....	13
1.3 Екологічні фактори.....	25
1.4 Теорія екосистем у традиційній екології .....	32
1.5 Сучасна екологічна ситуація окремих компонентів біосфери .....	53
2 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ .....	79
2.1 Основні поняття сталого розвитку .....	79
2.2 Проблеми сталого розвитку в Україні.....	96
2.3 Сталий розвиток в еколого-технологічному вимірі.....	113
3 ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ .....	125
3.1 Сучасні методи дослідження екологічного стану довкілля.....	125
3.2 Оцінка дії суміші забруднюючих речовин на організм людини .....	134
3.3 Оцінка рівня радіаційного фону та радіаційного забруднення води, ґрунту та харчових продуктів .....	140
3.4 Система глобальних вимірів сталого розвитку. Вимірювання сталого розвитку (індикатори та індекси).....	148
3.5 Моделюючі системи забезпечення сталого майбутнього. Планування стратегії сталого розвитку .....	157
3.6 Сталі технології і концепція «більш чисті виробництва». Приклади впровадження стандартів у практичну діяльність .....	165
4 САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА.....	170
4.1 Теми для самостійного опрацювання.....	170
4.2 Тести для самоконтролю .....	171
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	173
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА .....	175

## ВСТУП

Вивчення основ екології та сталого розвитку у вищій школі при підготовці фахівців інженерних спеціальностей має на меті формування екологічного світогляду щодо живої природи. Першочерговими завданнями людства є подолання екологічних кризових явищ у біосфері Землі; запобігання глобальному забрудненню довкілля; раціональне природокористування та забезпечення екологічної безпеки. Ці завдання мають вирішуватися суспільством на всіх напрямках його діяльності. Напружений екологічний стан у світі та в Україні спричинений також невідповідним рівнем екологічної освіти й виховання, які зумовили недостатній рівень культури та свідомості у людства щодо ставлення до природи й неспроможність прогнозувати наслідки різноманітної антропогенної діяльності.

Тому, починаючи з ХХ ст., спостерігається активний рух людської спільноти за захист довкілля від антропогенних забруднень, за підвищення рівня культури й свідомості у ставленні до природи. З цією метою в багатьох країнах, у тому числі в Україні, запроваджено вивчення екологічних дисциплін на всіх рівнях освіти.

**Метою** викладання навчальної дисципліни «Основи екології та сталий розвиток» є ознайомлення майбутніх фахівців з основами екології та сталого розвитку; впровадження науково-обґрунтованих заходів щодо стабілізації та вивчення принципів раціонального використання природних та антропогенних екосистем, основ чинного екологічного законодавства, принципів сталого розвитку, основних методів екологічних досліджень, прогноз забруднення навколишнього середовища й, насамперед, закономірностей поведінки поллютантів у різних середовищах, зміни ступеня їхньої небезпеки для живої речовини при функціонуванні, формування нового стилю мислення в процесі безперервної екологічної освіти й виховання.

Основними **завданнями** вивчення навчальної дисципліни є формування екологічного світогляду щодо живої природи, управління природними й природно-антропогенними екосистемами, які забезпечили б їх функціонування, не порушуючи динамічної рівноваги в природі та механізмів саморегуляції біосфери, навичок самостійно вирішувати певні практичні питання з урахуванням впливу наслідків антропогенної діяльності на екологічний стан довкілля та сталий розвиток суспільства. Завдання також полягає у забезпеченні динамічного соціально-економічного зростання за умови збереження й поетапного відтворення цілісності природного середовища, створення можливостей для рівноваги між його потенціалом і потребами людей усіх поколінь.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- об'єкт, предмет, методи традиційної екології;
- понятійно-термінологічний апарат традиційної екології;

- екологічні загрози світового рівня;
- потребу у новій екологічній моралі, нової моралі основ життя;
- екологічні умови, фактори, ресурси;
- роль середовища мешкання;
- екологічну нішу.
- різницю між популяційними та екосистемними підходами;
- закони взаємовідношень між організмами та навколишнім природним середовищем (адаптація, абаптація, конвергенція, паралелізм, спільні риси, екотипи, генетичний поліморфізм);
  - теорію екосистем, основні властивості екосистем, структура екосистем, енергія екосистем, динаміка екосистем і т. ін.;
  - закономірності організації та еволюції екосфери;
  - оцінку структурного різноманіття в екосистемах;
  - співвідношення «екосистема-середовище»;
  - історію формування ідеї сталого розвитку;
  - методи і засоби розв’язання виникаючих проблем, що перешкоджають сталому розвитку;
- просування суспільства на шляху сталого розвитку та забезпечення безпечних умов існування людства в майбутньому;
- глобалізаційні тенденції та їх соціальні наслідки;
- сучасний етап науково-технологічної революції (НТР) та глобальні проблеми людства;
- категоріальну структуру та принципи концепції сталого розвитку;
- категорію “сталий розвиток” як принцип самоорганізації людства з метою не лише виживання та подолання мегазагроз, а й гідного життя для кожної людини;
- необхідність формування етики довкілля та дискурсивної етики відповідальності;
- загальну характеристику концепції сталого розвитку для України, основні напрями та пріоритети забезпечення сталого розвитку з урахуванням національних інтересів.

**вміти:**

- оцінювати загально-екологічний стан регіону та основних середовищ (повітря, ґрунту, поверхневих вод);
- згідно із загальним станом біоти та її окремих ланцюгів, уміти прогнозувати зміни стану довкілля на близьку і далеку перспективу, під впливом основних абіотичних та антропогенних факторів;
- використовувати сучасні методи та підходи при певних екологічних дослідженнях;
- приймати управлінські рішення щодо охорони та захисту навколишнього природного середовища, раціонального природокористування;
- визначати основні аспекти у діяльності, що мають вплив на сталий розвиток;
- визначати проблеми, які стоять перед суспільством і які можуть бути вирішені шляхом використання та додержання принципів сталого розвитку;
- оцінювати фактори, що впливають на сталий розвиток суспільства;

- мати загальне уявлення про методи, засоби розв’язання виникаючих проблем, що перешкоджають сталому розвитку;
- проводити розрахунки індексних показників сталого розвитку;
- користуватися основним набором індикаторів сталого розвитку;
- орієнтуватись в сучасних методиках визначення техногенної, екологічної, економічної та соціальної безпеки людини;
- використовувати принципи сталого розвитку для вирішення конфліктів між різними інтересами суспільства та окремої людини чи групи у конкретних практичних ситуаціях.

### **Міждисциплінарні зв’язки**

За освітньо-професійною програмою «Технології захисту навколишнього середовища» навчальна дисципліна тісно пов’язана з такими курсами як «Природоохоронне законодавство», «Екологічна безпека», «Моніторинг довкілля», «Гігієнічне нормування умов праці та стану довкілля», «Техноекологія регіону», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище» тощо.

За освітньо-професійною програмою «Охорона праці» навчальна дисципліна тісно пов’язана з такими курсами як «Гігієнічне нормування умов праці та стану довкілля», «Техноекологія регіону», «Ергономіка», «Основи теплової роботи кліматичної та екологічної техніки».

За освітньо-професійною програмою «Будівництво та цивільна інженерія» навчальна дисципліна тісно пов’язана з такими курсами як «Безпека життєдіяльності та охорона праці», «Інженерна геологія».

## ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

### 1 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

#### 1.1 Базові поняття традиційної екології

У XIX–XX століттях в біологію почали активно проникати методи та ідеї інших природничих наук. На кордонах суміжних дисциплін виникали нові біологічні напрямки: біохімія, біофізика, біогеографія, молекулярна біологія, космічна біологія та багато інших. Серед них виділяється екологія, яка швидко розвивається. Цей стрімкий розвиток обумовлений необхідністю вирішення таких важливих проблем сучасності, як раціональне використання природних ресурсів, профілактика забруднення середовища промисловими відходами та транспортом, запобігання знищенню природних угруповань, збереження генофонду рослинного й тваринного світу. Сьогодні, коли на всій планеті під впливом людини відбулися помітні зміни як живої, так і неживої природи, дедалі більшого значення набуває гармонійна взаємодія суспільства й природного довкілля, оскільки людина отримує від природи все необхідне для життя: енергію, продукти харчування, матеріали, черпає в ній емоційну та естетичну наснагу.

Екологія має багато визначень. Найчастіше тлумачать її як науку про взаємозв'язок живих організмів та середовища існування. В середині XIX сторіччя, стало остаточно зрозумілим, що неможливо вивчати живі організми окремо від їхнього середовища існування. Саме поняття «екологія» у 1866 році ввів видатний німецький біолог Ернст Геккель і описав екологію як «науку про відносини організму з навколишнім зовнішнім світом, куди ми в широкому розумінні можемо включити всі умови існування».

Після Геккеля в поняття екологія вносились різні по змісту визначення, які розширювали предмет цієї галузі знань.

Сьогодні екологія, в широкому значенні, визначається як комплексна інтегральна наука, яка досліджує навколишнє середовище (екосферу планети), його вплив на суспільство та зворотну реакцію природи на діяльність людства. Екологія — це міждисциплінарна наука, яка базується, крім біологічних основ, на засадах географічних, хімічних, технічних, математичних, фізичних, економічних, соціальних та інших наук. Успіхи екології, а також все більш актуальні проблеми охорони природи сприяли розвитку екологічного підходу в більшості галузей біології.

**Мета досліджень екології** — визначення оптимальних шляхів координації гармонійного еколого-економічно збалансованого співіснування техносфери й біосфери, принципів і критеріїв ефективної, локальної, регіональної та глобальної екологічної політики.

**Основні завдання сучасної екології:** вивчення загального стану сучасної біосфери (біологічних систем усіх рівнів), умов його формування, причин і обсягів

змін під впливом різних природних та антропогенних чинників; прогнозування динаміки стану екосистем і біосфери в цілому в часі й просторі; розроблення шляхів гармонізації взаємовідносин людського суспільства і природи з урахуванням основних екологічних законів, збереження здатності біосфери до саморегуляції і самовідновлення. Центральним завданням сучасної екології є дослідження живої компоненти біосфери, пізнання всіх процесів функціонування життя.

Основний **об'єкт** досліджень — екологічні системи планети всіх рівнів та їх елементи.

Основний **предмет** досліджень екології — взаємозв'язки між живими організмами, їх групами різних рангів, живими і неживими компонентами екологічних систем, а також особливості впливу природних і антропогенних чинників на функціонування екологічних систем та біосфери в цілому.

**Методи екологічних досліджень** відбивають найголовнішу методологічну рису сучасної екології — її комплексність. Вона використовує широкий арсенал різноманітних методів, які можна поділити на три основні групи:

1. Методи, за допомогою яких збирається інформація про стан екологічних об'єктів: рослин, тварин, мікроорганізмів, екосистем, біосфери.

2. Методи обробки отриманої інформації, згортання, стиснення та узагальнення.

3. Методи інтерпретації отриманих фактичних матеріалів.

Як міждисциплінарна наука екологія широко застосовує наступні методи:

*Спостереження* — це пасивний метод наукового дослідження, при якому дослідник не впливає на розвиток подій. Будь-яке екологічне дослідження починається зі спостережень, відмінною рисою яких є невтручання спостерігача в процеси, що відбуваються. У сучасній екології спостереження за допомогою різноманітних приладів і технічних засобів — один з основних методів дослідження.

*Моніторинг* — це комплексна система спостережень, оцінювання і прогнозу змін навколишнього середовища під впливом людської діяльності. Екологічним є моніторинг, кінцевою метою якого є вирішення питань охорони природи, збереження і відтворення екосистем, здоров'я людей. Окрім комплексних спостережень на стаціонарних постах може проводитися глобальний моніторинг екосистем і біосфери в цілому, зокрема, глобальний моніторинг концентрації вуглекислого газу в атмосфері. За допомогою літаків, супутників і спеціальних ракет проводиться моніторинг стану озонового екрану нашої планети.

*Експеримент* — це система послідовних дій в штучно створених екосистемах із метою вивчення різноманітних закономірностей, які можуть в них відобразитися. У результаті експериментів у розпорядженні еколога накопичується сукупність наукових фактів.

*Прогнозування* — це опис можливих подій в майбутньому. Сьогодні прогнозування неможливе без наукового підходу, основу якого становить метод математичного моделювання.



*Аерокосмічний* — це метод, який дозволяє оцінити в динаміці всі процеси, що відбуваються в локальному, регіональному чи глобальному масштабах.

*Моделювання* — це метод, при якому вивчається не сам природний об'єкт, а його відображення — модель. Науковою базою моделювання є математика.

*Картографічний* — це метод, який дозволяє застосовувати географічну карту для опису, аналізу й пізнання екологічних явищ.

*Метод математичної статистики* — це метод, який дозволяє отримувати, обробляти й аналізувати первинні матеріали. Важливим критерієм достовірності результатів спостережень та експериментів є їхня відтворність. Відповідна статистична обробка даних дослідження дозволяє оцінити рівень статистичної достовірності результатів і вважати їх науковим фактом.

Певним джерелом фактів для еколога є також літературні джерела та службова інформація.

**Складові традиційної екології.** Екологію можна умовно поділити на п'ять великих підрозділів: аутекологію (екологію організмів), демекологію (екологію популяцій), синекологію (екологію угруповань), біогеоценологію та біосферологію (глобальну екологію).

*Аутекологія* (Шретер, 1896) вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим їх середовищем. Цей розділ екології займається, головним чином, визначенням меж стійкості виду і його ставленням до різних екологічних факторів. Ауतेкологія вивчає також вплив середовища на морфологію, фізіологію та поведінку організмів.

*Демекологія* (термін введений у 1963 Р. Швердтфегером) описує коливання чисельності різних видів і встановлює їх причини. Цей розділ ще називають динамікою популяцій, або популяційною екологією.

*Синекологія* (Шретер, 1902) аналізує стосунки між особинами, що належать до різних видів даного угруповання організмів, а також між ними й оточуючим середовищем. Термін *біоценологія*, введений у 1918 р. Гамсом, є практично синонімом синекології. В синекології дослідження проводять в двох напрямках: статичному і динамічному.

Статичний напрям (описова синекологія) займається становленням видового складу угруповань, чисельністю, частотою виявлення виду, видовим представництвом і просторовим розміщенням.

Динамічний напрям (функціональна синекологія) обіймає два аспекти. Перший стосується розвитку угруповань і дослідження причин, які призвели до їх зміни. Другий займається обміном речовин та енергії між різними компонентами екосистеми, а також вивчає кормові ланцюги, біомасу й енергію, продуктивність біоценозів. Цей напрям ще називають кількісною синекологією.

*Біогеоценологія*, або екосистемологія, вивчає біогеоценотичний шар Земної кулі й, зокрема, конкретні біогеоценози (суходільні, водні), в яких взаємодіють біоценози і абіотичне середовище.

*Біосферологія* (глобальна екологія) вивчає біосферу як єдине планетарне ціле, з'ясовує закономірності еволюції біосфери.

Існує ще поділ на загальну (або теоретичну) екологію (яку більшість фахівців ототожнюють з біоекологією і яка формує теоретичний фундамент екологічних досліджень), а також експериментальну та математичну екологію (моделювання екологічних процесів, обробка інформації та кількісний аналіз), яка за змістом входить до складу загальної екології.

Виділяють наступні основні напрями сучасної екології:

*Агроекологія* є одним із головних розділів прикладної екології. Це комплексна наукова дисципліна, об'єктом вивчення якої є агросфера планети, а предметом — взаємозв'язки людини з довкіллям у процесі сільськогосподарського виробництва, вплив сільського господарства на природні комплекси, взаємозв'язки між компонентами агроєкосистем і специфіка колообігу в них речовин, енергії та інформації під впливом техногенних навантажень. Агроекологія — ідеологічна основа раціонального, екологічно збалансованого виробництва екологічно чистої сільськогосподарської продукції. Головна мета агроекології — забезпечення сталого виробництва якісної біологічної продукції, збереження і відтворення природно-ресурсної бази аграрного сектора, ефективна екологізація всіх галузей сільськогосподарського виробництва. Об'єкт її досліджень — території розвитку сільського господарства, найдавнішої галузі діяльності людини.

*Біоекологія* займається формуванням уявлень про екологію як економіку природи на основі вивчення потоків речовини, енергії та інформації в життєдіяльності організмів, їх груп і біологічних систем. Вона є праматір'ю й головною складовою сучасної екології. Біоекологія — основа всієї сучасної екології, її головна частина — екологія природних біологічних систем (аутекологія, демекоелогія, синекоелогія, біогеоценологія). Друга складова — екологія таксономічних груп; третя — еволюційна екологія.

*Геоекологія* вивчає специфіку взаємовідносин організмів і середовища їх існування в різних географічних зонах, на суші і в океані, в тундрі, тайзі й тропіках, у горах і пустелях тощо. Вона дає екологічну характеристику різних географічних регіонів, областей, районів, ландшафтів; розглядає екологічні наслідки ендо- й екзогенних геологічних процесів, видобутку корисних копалин; займається екологічним картографуванням. Нині існує ще кілька визначень геоекології (В. Боков, І. Черваньов, І. Дедю, В. Некос), які суттєво близькі до вищезазначеного.

*Екологія природних сфер* досліджує екологічні процеси, що відбуваються на територіях, де вплив людини ще не відіграє вирішальної ролі у функціонуванні екосистем (заповідні території, позашельфові зони океанів і морів, пустелі, великі лісові масиви, гори, де антропогенні забруднення мінімальні або в межах допустимих норм для функціонування біоти).

*Соціальна екологія* — розділ сучасної екології, де вивчається специфічна роль людини в довкіллі не як біологічного виду, а як соціальної істоти, відмітності цієї ролі від ролі інших живих істот. Вона вивчає шляхи оптимізації взаємовідносин людського суспільства з природою, тісно пов'язана з етнографією й соціологією.

*Техноекологія* — найбільший за обсягом блок прикладних екологічних напрямів (відповідно, дисциплін), пов'язаних із такими об'єктами людської

діяльності, як енергетика, промисловість, транспорт, військова справа, сільське господарство, космос. Займається вивченням обсягів, механізмів і наслідків впливу на довкілля й здоров'я людини різних галузей та об'єктів діяльності, особливостей використання ними природних, ресурсів; розробкою регламентацій природокористування й технічних засобів охорони природи, проблемами утилізації відходів виробництва та відтворення зруйнованих екосистем; екологізацією виробництв. Серед прикладних екологічних напрямів найефективніше розвиваються техноекологічні. Нині у сфері техноекології потреби у фахівцях-екологах найгостріші (тут зайнято 60-70 % загальної кількості працівників екологічних спеціалізацій). За останнє десятиріччя в техноекологічних розділах виокремилися галузеві підрозділи, кожен з яких має свої методи екологічних досліджень і контролю, свою специфіку впливу на довкілля, утилізації відходів та свої методи й шляхи екологізації:

– військова діяльність — до восьми підрозділів за типами діяльності (екологічні проблеми механізованих військ; екологія і ракетна справа; екологія і військово-морський флот; екологічні проблеми військово-промислового виробництва; екологічні наслідки воєн і військових навчань; екологічна освіта військових кадрів; екологічна безпека військової радіотехніки; військова техніка і стан довкілля та ін.);

– енергетика — екологія і ядерна енергетика; гідроенергетика і екологія; екологічні проблеми теплоенергетики; альтернативна енергетика — потужний чинник еколого-безпечного розвитку (вітрова, сонячна, біоенергетика, геотермальна та ін.);

– промисловість — близько двадцяти галузевих підрозділів (екологічні проблеми металургійної, нафтопереробної, хімічної, машинобудівної, будівельної, цементної, м'ясо-молочної, цукрової, фармацевтичної, деревообробної та ін. галузей);

– транспорт — шість підрозділів (екологічні проблеми повітряного, наземного автомобільного, водного, залізничного, трубопровідного, підземного транспорту);

– сільське господарство (агроекологія) — понад десять підрозділів (екологія культурних рослин; екологія сільськогосподарських тварин; екологічні проблеми землеробства; екотоксикологія агросфери; заповідна справа в агросфері; агроекологічний контроль: моніторинг, аудит, експертиза; агроекологічний менеджмент і бізнес; альтернативне землеробство; соціальна екологія агросфери; агроекологічна освіта і виховання; геоінформаційні системи (ГІС) в агропромисловому комплексі; екологічні проблеми електрифікації і механізації сільського господарства та ін.);

– космічна діяльність — чотири підрозділи (екологія ближнього і дальнього космосу, екологія космічних апаратів; екологія землеподібних космічних тіл).

*Урбоекологія* досліджує процеси урбанізованих і промислових територій, які формують екологічні умови й особливості функціонування екосистем під впливом енергетики, транспорту, будівництва, різних галузей промисловості. Це території найбільш техногенне навантажені. Крім того, активно розвиваються такі напрями, як: екологічна техніка, екологічна метрологія й

стандартизація, економіка природокористування, екологічна політика.

*Екологія людини.* Об'єктом досліджень цієї науки є людина, але не як соціальний об'єкт, а як біологічний вид. Фактично це — екологія біологічного виду *Homo Sapiens*. Але чітких обґрунтованих розмежувань між соціальною екологією і екологією людини поки що не зроблено. Існують також певні неузгодженості з такими науками, як валеологія, безпека життєдіяльності, медична географія та медична екологія (щодо цілей, завдань, методів досліджень, підходів). М. Реймерс (1990) визначив екологію людини як екологію людської популяції, яка включає як соціально-психологічні й етологічні стосунки людей між собою, так і ставлення людей до природи, тобто як комплексну еколого-соціально-економічну галузь знань.

Формування фундаментальних основ екології продовжується, існує низка надзвичайно складних проблем, розв'язання яких вимагає глибоких професійних знань, універсальної підготовки фахівців, їх взаєморозуміння і координації.

**Рівні організації живої матерії.** Виділяють наступні рівні організації живого:

1. Молекулярний — біологічна система проявляється на рівні функціонування біологічно-активних макромолекул: білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот. Тут розпочинаються найважливіші процеси життєдіяльності — кодування й передача спадкової інформації, обмін речовин і перетворення енергії.

2. Клітинний — в кожній клітині, як в одноклітинних організмів, так і в багатоклітинних відбуваються процеси обміну речовин, перетворення енергії, забезпечуються процеси розмноження й передачі нащадкам спадкової інформації. Отже, клітина є структурно-функціональною і універсальною одиницею живого. Клітинний рівень у одноклітинних організмів співпадає із рівнем організму.

3. Тканинний — представлений тканинами, що об'єднують клітини певної будови, розмірів, розташування й подібних функцій. Тканини виникли в ході історичного розвитку разом з багатоклітинністю. У багатоклітинних організмів вони утворюються в процесі онтогенезу як наслідок диференціації клітин. У тварин розрізняють кілька типів тканин (епітеліальна, сполучна, м'язова, нервова, а також кров і лімфа). У рослин розрізняють меристематичну, захисну, основну і провідну тканини. На цьому рівні відбувається спеціалізація клітин.

4. Органний. Орган — це структурно-функціональне об'єднання кількох типів тканин (корінь, пагін, квітка — у рослини; голова, нога, серце — у людини). Різні органи взаємодіють між собою, об'єднуючись у системи органів.

5. Організмівий. Організм — цілісна диференційована система органів. На рівні організму спостерігається найбільша різноманітність форм життя.

6. Популяційно-видовий — представлений в природі величезною різноманітністю видів і їх популяцій. Вид — це реально існуюча у природі сукупність особин, що займають певний ареал, що мають спільне походження, морфологічну й генетичну схожість, вільно перехресних між собою та дають

плідне потомство. Видова приналежність особини визначається за відповідністю її до критеріїв (ознак): морфологічного, фізіологічного, цитогенетичного, етологічного, екологічного тощо. Популяцією називають групу особин одного виду, які населяють певну територію (ареал) достатньо довго (протягом багатьох поколінь), в якій фактично здійснюється порівняно високий рівень панміксії (вільного схрещування роздільностатевих особин, або з різним генотипом в популяції перехреснозаплідних організмів) і яка певною мірою відокремлена від інших таких груп тією або іншою формою ізоляції.

7. Екосистемний (біогеоценотичний) — представлений різноманітністю природних і культурних екосистем (біогеоценозів) у всіх середовищах життя. Для цього рівня характерні постійні потоки енергії між популяціями різних видів, а також постійний обмін речовин між живою (біотичною) та неживою (абіотичною) частинами біогеоценозів, тобто колообіг речовин.

8. Біосферний. Біосферу нашої планети утворюють окремі екосистеми. Біосферний рівень організації живого характеризується біологічним колообігом речовин та єдиним потоком енергії, які забезпечують функціонування біосфери як єдиної цілісної системи. Біосфера — система вищого порядку, що охоплює всі явища на землі.

### ? Питання для самоконтролю:

1. Як визначається сьогодні екологія, в широкому значенні?
2. Яка мета досліджень екології?
3. Які основні завдання сучасної екології?
4. Яке центральне завдання сучасної екології?
5. Який основний об'єкт досліджень екології?
6. Який основний предмет досліджень екології?
7. Які основні методи екологічних досліджень?
8. Які складові традиційної екології?
9. Які рівні організації живої матерії?

## 1.2 Організми, популяції, угруповання

**Організм** — у вузькому розумінні це біологічний індивід, цілісна жива система, що підтримує самостійне існування завдяки пристосувальній взаємодії з середовищем існування, а у широкому розумінні — це цілісна система, за способом організації подібна до живого організму.

Основними властивостями організму, як біологічного індивіду, є подразливість, здатність рости, розмножуватись, а головне — здійснювати безперервний обмін речовин із середовищем свого існування. За Ю. Одумом (1986) характерним для будь-якого організму є певна структурна організація, а саме:

– у найпростіших організмів (вірусів, бактерій) — молекулярний рівень організації;

– у одноклітинних організмів — надмолекулярний або клітинний рівень організації;

– у багатоклітинних організмів — організовий і системний рівні організації.

Маючи складну організацію, живий організм становить єдине ціле, в якому діяльність структур, клітин, тканин, органів та інших систем узгоджена й підпорядкована усьому цілому. Крім того, організм є відкритою динамічною системою, що перебуває в рухомій рівновазі з зовнішнім середовищем.

*Унітарні організми* — це ті, які складаються з однієї клітини. Вони виникли в архейській ері і були гетеротрофами, що використовували як їжу органічні сполуки «первинного бульйону». Найважливіший етап еволюції життя на Землі пов'язаний з виникненням фотосинтезу, що обумовило поділ органічного світу на рослинний і тваринний. Саме перші унітарні організми були і першими фотосинтезуючими організмами (синьо-зелені водорості — цианеї). Цианеї а потім зелені водорості, що з'явилися, виділяли в атмосферу з океану вільний кисень. Це сприяло виникненню бактерій, здатних жити в аеробному середовищі. Можливості еволюції одноклітинних організмів обмежені. Розміри окремих кліток не можуть збільшуватися більше певної межі внаслідок зменшення відносини поверхні клітки до її об'єму. У зв'язку із цим знижується надходження кисню в клітку, інтенсивність подиху стає нижче оптимальної. Має значення й та обставина, що органоїди клітки, що виконують суворо специфічні функції, не можуть відігравати роль «цеглинок» для побудови складних багатофункціональних структур. Такими «цеглинками» є клітки.

*Модулярні організми.* На межі архейської й протерозойської ер з'явилися статевий процес і багатоклітинність. Виникнення диплоїдності й генетичної розмаїтості одноклітинних еукаріот, з одного боку, обумовило розмаїтість будови кліток і їхнє об'єднання в колонії, з іншого — можливість «поділу праці» між клітками колонії, тобто утворення багатоклітинних або модулярних організмів. Подальша диференціація тканин створила розмаїтість, необхідну для розширення структурних і функціональних можливостей організму в цілому, у результаті чого створювалися усе більш складні й спеціалізовані (морфологічно й функціонально) системи органів. Удосконалювання взаємодії між клітками — спочатку контактної, а потім опосередкованої за допомогою нервової й ендокринної систем забезпечило існування багатоклітинного організму як єдиного цілого зі складною й тонкою взаємодією його частин і реагуванням на навколишнє середовище.

В основі сучасних уявлень про походження багатоклітинних організмів лежить гіпотеза російського вченого І. І. Мечникова — гіпотеза «фагоцителі». Очевидно, предками багатоклітинних були гетеротрофні й колоніальні джгутикові. Первинний спосіб їхнього харчування — фагоцитоз. Клітки, що захоплювали поживу, переміщалися усередину колонії. Потім з них утворився внутрішній шар — ентодерма, що виконувала травну функцію. Спочатку така колонія з «початкових» диференційованих кліток була кулястою, вільно плавала у воді. Після виділення в колонії статевих і соматичних кліток, а серед останніх —

рушійних (ектодерма) і живильних (ентодерма) колонія перетворилася в примітивний, але цілісний багатоклітинний організм. Подальша доля перших багатоклітинних була різною. Деякі перейшли до сидячого способу життя й перетворилися в організми типу губок. Інші стали плазувати, переміщатися субстратом за допомогою війки. Від них пішли пласкі черви. Треті зберегли плаваючий спосіб життя, придбали рот і дали початок кишковопорожнинні.

Популяція є формою життя конкретного виду живих організмів в умовах середовища їх існування. У цьому випадку здійснюється найважливіша функція популяції — забезпечення виживання живих організмів, що її складають, і відтворення виду в даних умовах. Популяція, будучи структурною одиницею екосистеми, виконує також одну з найважливіших функцій — бере участь у біологічному кругообігу. В даному випадку реалізується видоспецифічна особливість типу обміну речовин. У цілому популяції мають всі ознаки самостійної функціонуючої біологічної системи.

Під **популяцією** розуміють сукупність особин одного виду з єдиним генофондом, яка формується в результаті взаємодії потоку генів (схрещування, міграції, запилення, запліднення, поширення зачатків — спор, клітин, насіння, личинок, яєць) та умов довкілля. Популяція — це елементарна одиниця існування виду й та одиниця, з якою «працює» природний добір. Структурні та функціональні характеристики, динаміку, статевий і віковий склад, чисельність, генетичну цілісність, положення в екосистемі, умови, за яких формується популяція вивчає екологія популяцій (демекологія). Порівняно з видом, популяція фенотипно й генотипно зазвичай однорідніша. Кожен існуючий у природі вид є складним комплексом (системою) внутрішньовидових груп зі специфічними будовою, фізіологією і поведінкою. В популяціях виникають перебудови, які далі поширюються на угруповання.

Популяції, як і біогеоценози, характеризуються багатьма показниками. З погляду екології, найсуттєвішим є показник мінімальної чисельності популяції, тобто такої чисельності, за якої в популяції ще підтримується необхідний рівень генетичної неоднорідності, завдяки чому вона не вироджується.

Еволюційні зміни — це явища, що стосуються популяцій і систем популяцій. У найпростішій формі еволюція відбувається в межах локальних відтворювальних популяцій. Це мікроеволюція. Локальну відтворювальну популяцію слід розглядати як старт до макроеволюції. Популяції та популяційні системи краще уявляти у вигляді ієрархії — від випадкових схрещувань групи до виду. Схрещувана популяція — це популяційна одиниця, яка має деяку локальну протяжність у безперервній ієрархії.

Особини популяції характеризуються однотипними зовнішніми ознаками, подібними адаптаціями, єдиною специфічною реакцією на дію чинників середовища, своєрідним типом динаміки чисельності, демографічною і територіальною структурою, спільним біологічним сигнальним полем, що загалом забезпечує популяційний гомеостаз, самостійне існування і розвиток упродовж тривалого часу, що супроводжується відповідною взаємодією із середовищем існування і впливом на нього. Як надорганізмена система популяція забезпечує виду потенційне «безсмертя» — пристосувальні

можливості в популяції значно вищі, ніж в індивідуумів, що її утворюють.

Слід підкреслити надзвичайно важливу особливість функціонування популяції: взаємодія особин із середовищем здійснюється через фізіологічні реакції, причому ці реакції надзвичайно індивідуальні, але спрямованість їх така, що в цілому вони реалізують загальнопопуляційні функції.

Організація на популяційному рівні пов'язана, головним чином, з регулюванням чисельності і щільності популяцій. Чисельність популяції — це загальна кількість особин, що мешкають у межах якоїсь території або в угрупованні. У природних екосистемах існує така кількість особин у популяціях, яка найбільшою мірою відповідає потребам їх відтворення. Популяції з низькою чисельністю є найбільш екологічно вразливими, особливо до антропогенних впливів.

Зміни чисельності організмів у часі називають *динамікою популяції*.

Здатність популяції до авторегуляції має назву *гомеостазу популяції*. Звичайно популяція знаходиться саме в цьому стані — динамічної рівноваги, яка досягається шляхом чергування позитивних і негативних зворотних зв'язків. При зростанні чисельності особин скорочуються запаси їжі, що тягне за собою зменшення чисельності з причини збільшення смертності, а популяція, що скоротилася, дозволяє накопичити запаси їжі, що приводить до збільшення народжуваності, тобто зростання чисельності і т.д.

*Щільність популяції* — це величина, яка визначається кількістю особин або біомасою відносно до одиниці площі. Розрізняють максимальну й мінімальну щільність популяції. Максимальною є щільність, більшу за яку екосистема даної території вже не може підтримувати, а мінімальною — найменша кількість особин на одиницю площі, за якої розмноження популяції ще можливе. Для кожного виду існують оптимальні межі щільності популяції.

Чисельність і щільність є статистичними показниками, які характеризують стан популяції на даний момент часу.

Антропогенний вплив на популяції може бути прямим чи опосередкованим. При цьому змінюються параметри і структура популяції, іноді цей вплив може викликати її повну загибель. Знання популяційної екології дозволяє встановлювати стан і чисельність популяцій окремих видів, визначати їх рідкісність, стійкість до змін середовища, приймати рішення для запобігання небажаним впливам на них та визначати заходи щодо їх охорони.

Нормативний розвиток багатьох видів можливий лише в разі об'єднання їх у різні групи. Поліпшення фізіологічних процесів, що ведуть до підвищення стійкості і життєздатності особин за сумісного існування, називають «ефектом групи».

**Угруповання.** Взаємодія на популяційному рівні відбивається на наступному, вищому рівні організації живих організмів — угруповань. Під угрупованням розуміють поєднання популяцій різних видів, що існують у просторі і часі. Угруповання — збірне поняття, яке стосується сукупності взаємодіючих живих організмів будь-якого рангу. Одним із найвичерпніших є визначення Р. Уїттекера (США, 1970), який угрупованням вважає сукупність популяцій рослин, тварин і мікроорганізмів, що взаємодіють один з одним у межах даного середовища і створюють особливу живу систему з власними



складом, структурою, взаємовідносинами із середовищем, розвитком і функціями. Найменшою одиницею, до якої можна застосувати термін «угруповання», є біоценоз, який займає певний біотоп. Угруповання — це сукупність взаємопов'язаних видів, що проживають на певній території, на яких впливає комплекс умов існування. Рослинні угруповання, або фітоценози, й угруповання тварин, або зооценози, розглядають окремо, але вони об'єднані спільною назвою — біоценоз.

*Біоценоз* за Б. А. Биковим — це стійка система сумісно існуючих на певній ділянці суходолу або водойми популяцій автотрофних і гетеротрофних організмів (біота) і створеного ними біоценотичного середовища (в тім числі ґрунту, сапропелі, фітоклімату). Поняття «біоценоз» у 1877 р. запропонував німецький зоолог К. Мобіус як сталу систему організмів (біоти) та створеного ними біоценотичного середовища.

Біоценоз є продуктом природного добору. Його виживання, стійке існування в часі і просторі залежить від характеру взаємодії складових популяцій і можливе лише за обов'язкового надходження сонячної енергії із зовні. Жоден біоценоз не може успішно розвиватися сам по собі незалежно від середовища. В екосистемі біоценоз функціонує як продуктивна система, здатна до саморегулювання і відновлення.

Біомасу наземних біоценозів утворюють переважно вищі рослини (продуценти). На масу тварин (консументів) припадає лише 0,001–0,01 % загальної біомаси; дещо більша біомаса мікроорганізмів і грибів. Угруповання має не тільки функціональну єдність із характерною структурою трофічних зв'язків і енергетичного обміну, а й деяку композиційну єдність, що забезпечує існування певних видів. Проте види значною мірою заміщують один одного в часі і просторі. тому функціонально подібні угруповання можуть мати різний видовий склад. Угруповання — не просто сукупність видів, що утворюють його, а й сукупність взаємовідносин між ними. Угруповання підлягають власним законам зложення, функціонування і розвитку, тобто вони є природними системами.

Угруповання зазвичай формують власну структурну організацію, основним показником якої є число видів, що утворюють його, та їх відносна чисельність. Найпростішим параметром угруповання, який враховує число видів і співвідношення їх чисельності, є індекс різноманітності Симпсона.

Серед видів, які утворюють угруповання, виділяють домінантні, тобто ті, що переважають (кількісно або за масою) в угрупованнях (фітоценозах). Вони різняться інтенсивністю росту й розвитку, значно змінюють умови зростання і тим самим обмежують існування в угрупованні багатьох організмів. Різним систематичним групам організмів властиві свої домінанти. Види, які живуть за рахунок домінантних, називають переддомінантами, домінанти, які визначають характер і структуру угруповання — едифікаторами. Вони становлять основу біоценозів і відіграють основну роль у створенні біоценотичного середовища в екосистемах. Едифікатори — це в основному рослини, наприклад, у соснових лісах — сосна, у степових ценозах — ковила, типчак, на луках — костриця лучна, лисохвіст лучний тощо.

**Взаємодія між організмами та навколишнім природним середовищем.** Організм як елементарна частинка живого світу в середовищі свого існування перебуває під одночасним постійним впливом кліматичних, едафічних і біотичних факторів, які сукупно називають екологічними. Внутрішнє середовище будь-якої істоти якісно відрізняється від зовнішнього середовища.

*Середовище мешкання* (існування) організму — одне з основних екологічних понять, під ним розуміється комплекс природних тіл і явищ, з якими організм знаходиться у прямих або опосередкованих зв'язках.

*Екологічна ніша* — місце певного виду в природі. Це поняття охоплює не тільки становище виду в просторі, а й функціональну роль його становища щодо абіотичних умов існування (температури, вологості і та ін.). Екологічна ніша може бути зайнята або не зайнята видом, оскільки функціональне місце виду в екосистемі визначене його роллю в цьому утворенні. В той же час, екологічна ніша не обмежується життєвим простором. За Ю. Одумом, екологічна ніша — це не тільки фізичний простір, який займає певний вид організмів, але і його функціональна роль в спільноті, тобто його трофічне положення, і його місце відносно градієнтів зовнішніх факторів — температури, вологості тощо. Для характеристики екологічної ніші використовують два основні параметри: ширину ніші та перекриття ніші з сусідніми. На розміри і динаміку екологічної ніші впливають спеціалізація виду за харчуванням, використанням простору, періоду активності тощо. В одному й тому ж місці існування може бути кілька екологічних ніш, наприклад, ліс, озеро. При вивченні та характеристиці екологічної ніші враховують ряд правил:

1. Правило обов'язковості заповнення екологічної ніші. Пуста екологічна ніша завжди буває природно заповненою.

2. Принцип винятку Г. Ф. Гаузе (теорема Гаузе) або правило конкурентного виключення. Два види не можуть існувати в одній і тій же місцевості, якщо їх екологічні потреби ідентичні, тобто вони «займають одну і ту ж екологічну нішу».

Ці правила мають велике значення для вивчення поведінки організмів і пояснення деяких закономірностей, зокрема міжвидової конкуренції, територіальності поведінки тощо. В межах екологічних ніш здійснюються різні форми впливу організмів одне на одного, або реалізація біотичних факторів. Виділяють різні форми біотичних відносин, які можуть бути найрізноманітнішими — від дуже сприятливих до різко негативних. Між представниками різних видів організмів, що населяють екосистему, крім нейтральних, можуть існувати такі види зв'язків:

– конкуренція — боротьба між представниками різних видів за їжу, повітря, воду, світло, життєвий простір; боротьба тим жорстокіша, чим більш споріднені й близькі за вимогами до умов середовища види організмів, що конкурують;

– мутуалізм — представники двох видів організмів своєю життєдіяльністю сприяють один одному, наприклад комахи, збираючи нектар, запилюють квіти; мурашки, опікаючи попелиць, живляться їхніми солодкими виділеннями;

– коменсалізм — коли від співжиття представників двох видів виграє

один вид, не завдаючи шкоди іншому, наприклад, рибка-прилипайко знаходить захист і живиться біля акул (мутуалізм і коменсалізм називають ще симбіозом);

– паразитизм — одні істоти живляться за рахунок споживання живої тканини господарів, наприклад, кліщі, блощиці, воші, глисти, омела, деякі гриби тощо;

– хижацтво — одні організми вбивають інших і живляться ними;

– алелопатія — одні організми виділяють речовини, шкідливі для інших, наприклад, фітонциди, що виділяються деякими вищими рослинами, пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів; токсини, що виділяються під час «цвітіння» води у водоймищах, отруйні для риби та інших тварин.

Отже, екологічна ніша — це сукупність усіх екологічних факторів і ресурсів середовища, в межах якого може існувати вид у природі.

Мета існування будь-якого організму полягає у відтворенні собі подібних для продовження свого виду (роду, популяції, тощо). Крім того, організм повинен виконувати певні функції в ланцюзі природних процесів, які забезпечують збереження і вдосконалення біосфери. Для виконання цього організми мають комплекс властивостей, головними з яких є саморепродукція, продуктивність, концентраційність, пристосування.

Саморепродукція — це здатність організму до самовідновлення, яка проявляється двома шляхами — безперервно в самому організмі на молекулярному та клітинному рівнях і періодично у вигляді народженого нового організму. Однією з особливостей живих тіл є надзвичайна нестійкість — руйнуються і розпадаються органічні молекули і насамперед білки, органили клітин та цілі клітини.

*Продуктивність організму* є величина органічної маси, створеної за певний час (частіше — за рік). Продуктивність рослин визначається процесом фотосинтезу, коли зелена наземна чи водна рослина створює свою біомасу за рахунок світлової енергії Сонця, води та вуглекислого газу. Протягом року «середня» рослина (в розрахунку на один кілограм сухої речовини) поглинає 5,4 МДж сонячної енергії, споживає в процесі фотосинтезу півкілограма вуглекислого газу і 150 грамів води, виділяє 350 грамів кисню й утворює триста грамів органічної речовини. Ефективність використання води рослиною характеризується транспіраційним коефіцієнтом — кількістю води, що витрачається на побудову кожної одиниці сухої речовини. Транспіраційний коефіцієнт для сільськогосподарських культур дорівнює 200–800.

Продуктивність тварини ( $P$ ):

$$P = R - D - H, \quad (1.1)$$

де  $R$  — раціон, тобто кількість спожитої їжі;

$D$  — витрати на «дихання» — на підтримку обміну речовин;

$H$  — незасвоєна їжа, котра виділяється у вигляді екскрементів.

Концентраційна властивість полягає в здібності організму накопичувати речовину (хімічний елемент) в кількості, яка значно перевищує концентрацію в середовищі чи кларк літосфери — середній вміст хімічного елементу в земній корі. Відомі організми, які концентрують із середовища не один будь-який

елемент, а цілу групу — до 4–7 елементів. Накопичення відбувається двома шляхами — з розчинів в іонній формі для побудови кістяку та з колоїдних розчинів (седиментація речовин) шляхом фільтрації.

Фактори навколишнього середовища забезпечують існування організмів в просторі та часі. Засвоєння і використання факторів здійснюється організмом через адаптації.

*Адаптації* — це пристосування або засоби, за допомогою яких організм здійснює взаємодію з середовищем для підтримання гомеостазу і забезпечує безперервність існування в часі через потомство. Залежно від кількості й сили дії один і той самий фактор може мати протилежне значення для організму. Наприклад, як підвищення, так і зниження температури, до якого організм не може пристосуватися, призводить до його загибелі. Адаптивні можливості різних організмів розраховані на різне значення фактора. Так, більшість прісноводних риб гине, потрапивши в морську воду, а морські риби гинуть при зниженні солоності води.

Пристосування організму до умов довкілля має два рівні: генний (незворотній) та оперативний (ситуативний). Незворотній рівень пристосування — адаптація — отримується організмом у спадщину на генному рівні. Адаптація виробляється протягом багатьох поколінь і певні властивості організму отримують сталий, незворотній характер. Оперативний рівень пристосування — регулювання (саморегулювання, саморегуляція) має два рівні: просте регулювання і складне регулювання. Просте регулювання спостерігається, коли організм реагує на зовнішній вплив без зміни своєї конструкції. Саморегулювання здійснюється завдяки наявності в організмі спеціальних механізмів (підсистем) різної складності.

Різноманіття прояву адаптації організму можна згрупувати в 3 шляхи адаптації:

1. Активний шлях характеризується підсиленням опору організму, розвитком регуляційних процесів, що дозволяє здійснювати всі життєві функції, незважаючи на відхилення зовнішнього фактору від оптимуму. Максимальне і мінімальне значення фактору — це критичні точки, за межами яких існування організму неможливо (екологічна валентність).

2. Пасивний шлях означає підкорення життєвих функцій організму змінам факторів середовища. При нестачі тепла життєдіяльність організму знижується, що супроводжується економією енергії. Анабіоз — явище біологічного пристосування організмів до несприятливих умов існування, коли процеси життєдіяльності уповільнюються настільки, що видимі ознаки життя зникають. Більшість мікроорганізмів можуть зберігатися в анабіозі щонайменше 12 тисяч років.

3. Третій шлях — ухилення (уникнення) від несприятливих впливів — це життєві цикли, що відповідають найкращому використанню особливостей погодних річних змін, карликові форми рослин в екстремальних умовах тощо.

Концепція саморегуляції популяцій ґрунтується на уявленні, що в процесі зростання щільності популяції міняється не лише якість середовища, в якому існує популяція, а і якість особин, що її утворюють. Тварини намагаються

зупинити зростання популяції, що здійснюється завдяки зменшенню родючості, збільшенню строків статевої зрілості, підвищенню смертності і міграційної активності. За деякими припущеннями відбувається це завдяки наявності в популяції генотипів з різними властивостями і активізації певного генотипу у відповідних умовах.

Популяції, які знаходяться на спільній території, тобто біоценоз, динамічні, в них постійно відбуваються зміни в стані і життєдіяльності окремих осіб і співвідношенні популяцій. Все різноманіття змін, які проходять у будь-якій спільноті, відносять до двох основних типів: циклічні і поступові. Поступові зміни в спільноті призводять в решті решт до зміни однієї спільноти іншою, з іншим набором пануючих видів. Закономірний процес зміни спільноти внаслідок взаємодії живих організмів між собою і абіотичним середовищем називають сукцесією – проявом саморозвитку спільноти.

*Абаптація* — це термін, який означає зумовленість ознак організму попередніми поколіннями його виду та їхніми умовами життя. У теорії природного відбору концепція абаптації деякою мірою конкурує з твердженням про адаптації організмів, оскільки останнє неявним чином передбачає наявність певного задуму чи передбачення, що очевидно не могло мати місце в реальності. Термін «абаптація» (англ. *abaptation*) створений за аналогією зі словом «адаптація» (англ. *adaptation*), але префікс *ad-*, що означає «посилення» або «додавання», замінена префіксом *ab-*, що означає «відібрання». І якщо «адаптація» — це «додаток пристосованості», то «абаптація» — «зникнення пристосованості».

**Форми зв'язків між організмами.** За В. Беклемішевим, форми зв'язків між організмами в біоценозі поділяють на:

- *топічні* — виникають завдяки створенню одними організмами сприятливого середовища для існування інших (бобові рослини збагачують ґрунт сполуками нітрогену за рахунок бульбочкових бактерій, сприяючи розвитку інших видів);

- *трофічні* — особини одного виду використовують інший вид, продукти його життєдіяльності чи мертві рештки як джерело їжі;

- *фабричні* — зв'язки, за яких особини одного виду використовують особин іншого виду або їх частини для побудови гнізд чи схованок (утворення галів);

- *форичні* — зв'язки, що забезпечують перенесення особин одного виду особинами іншого виду (водорості на шерсті лінивця).

Окремо можуть бути розглянуті відношення у системі «хижак – жертва». Кожен учасник набуває численних пристосувань, які дають йому змогу вийти переможцем. Хижак має міцні зуби, довгі кігті, міцний дзьоб, прудкі ноги. Тварина-жертва має ще більше пристосувань, щоб урятувати життя.

*Симбіоз* — форма спільного існування двох видів, яка обом приносить користь. Прикладом можуть бути лишайники – особливі організми, утворені в результаті симбіозу водорості й гриба, з новими морфологічними, фізіологічними та екологічними властивостями.

*Коменсалізм* — буквально «харчування зі спільного столу» – менш тісна взаємодія, ніж симбіоз. Приклад — миша і людина: миша поїдає залишки їжі людини, а остання не має з цього користі.

*Співпраця*. У рослиноїдних тварин прикладом партнерства у живленні є симбіоз із мікроорганізмами, які оселяються в їхній травній системі, не лише поліпшуючи травлення, а й забезпечуючи тварин вітамінами, амінокислотами та іншими біологічно активними речовинами. Завдяки наявності цих бактерій жуйні тварини можуть засвоювати целюлозу.

Крихітна бджола — бластофага відкладає яйця в жіночі квітки інжиру, зав'язю живиться личинка. Дорослі комахи тут же запліднюються; самці гинуть, а самиці вилізають, вимастившись пилком чоловічих квіток, розташованих у вузькій частині квітколожа. Перелітаючи на інші суцвіття, оса переносить на них пилок.

*Алелопатією* пояснюють те, що ріст винограду пригнічує сусідство капусти, редьки, лавру, а от фіалка навпаки, сприяє росту і розвитку винограду. У ґрунті нечасто спостерігається зростання коренів — переважно вони рівномірно розподілені, але різна форма і довжина дають змогу корінню діставати воду і поживні речовини з різних площ та різних глибин. У пошуках води корені злаків проникають на глибину 1–1,5 м, кукурудзи — до 2,5 м, дерев — до 10–20 м, степової люцерни — до 18 м; в ширину — хлібні злаки до 60–80 см, диня — 6–8 м, дерева — 10–18 м, кукурудза — 2–2,5 м.

*Паразитизм* — форма антагоністичного співжиття організмів, що належать до різних видів, за якої один з організмів (паразит) використовує інший організм (хазяїн) як середовище існування та джерело живлення, існуючи за його рахунок і завдаючи йому шкоди, але не спричиняючи загибелі. Паразитизм поширений у природі (віруси, бактерії, гриби, багато безхребетних). До рослин-паразитів належать повитиця, вовчок.

За місцем існування розрізняють паразитів:

- зовнішніх (ектопаразитів), які живуть на зовнішніх покривах (п'явки тощо);
- внутрішніх (ендопаразитів), що живуть всередині організму — паразити крові, кишок, печінки та інших органів, наприклад малярійний плазмодій, аскарида.

*Синоїкія* (грец. *син* — разом, *ойкос* — будинок, житло) — співжиття, за якого один партнер використовує організм іншого як житло.

Прикладом можуть бути гали, що утворюються на гілках, черешках та листкових пластинках дерев, рідше — на корінні. Комахи виділяють у них речовини, які прискорюють ріст клітин, унаслідок чого утворюються химерні нарости різних форм, де комахи відкладають, яйця. В порожніх стеблах рослин мурахи влаштовують свої житла, навіть “ферми”, де ростуть гриби.

*Метаболічна регуляція* — це вплив продуктів метаболізму на чисельність особин того самого чи іншого виду. Він характерний як для рослин (алелопатія), так і для тварин. Ще Теофраст, якого називають батьком ботаніки, помітив вплив летких виділень однієї рослини на ріст і розвиток іншої.

### **Процеси самооновлення та саморегуляції в екологічних системах.**

Час існування будь-якої біологічної системи обмежений. Для підтримки життя у часі відбувається самооновлення і самовідтворення, що пов'язано з

синтезом нових молекул і структур. Самооновлення — здатність зберігати незмінним фенотип. В основі самооновлення лежать реакції синтезу, тобто утворення нових молекул і структур на основі інформації, закладеної в послідовності нуклеотидів ДНК.

Самоорганізованість екологічної системи полягає в її здібності пристосовуватися до змін зовнішнього середовища в певних межах, зберігати свої структуру й функціональні властивості, тобто життєдіяльність в умовах довкілля, чинити опір зовнішньому впливові.

В екологічних системах сутність саморегуляції полягає в забезпеченні всім особинам, їх угрупованням і популяціям, що знаходяться в їх складі, нормальних умов функціонування, пов'язаних з трансформацією речовин та енергії і передачею інформації. Тому в генотипі та генофонді повинна знаходитись і така інформація, котра гарантувала б існування особини чи популяції в умовах різноманітних спонтанних зв'язків з особинами і популяціями інших видів у даній екосистемі. Сукупність генофондів і генотипів у межах екосистеми Голубець М. А. назвав *генопластом*, у якому записано програму просторової, часової і функціональної організації системи, її структури, динаміки, продуктивності, трофічних зв'язків і біотичних циклів, норм реакції продуцента, консумента і редуцента, господаря і паразита) симбіонта, шкідника, патогена та всіх інших її функціонерів.

В великих екосистемах взаємодіють колообіги речовин, потоки енергії, мікробні субсистеми регуляції накопичення і звільнення біогенних елементів, правила поведінки в субсистемах «хижак – жертва» та багато інших регуляційних механізмів. Широко розповсюджено в екосистемах явище високоенергетичної реакції, викликаной низько енергетичним стимулом. Зовсім інше притаманне організмам, що живляться відмерлою органічною речовиною. Оскільки кількість такої речовини визначається вищими щаблями трофічної піраміди і щільність популяцій сапрофітів ніяк на неї не впливає, механізм саморегуляції останніх практично відсутній. Щільність популяцій цих організмів настільки висока, що вони надзвичайно швидко розкладають всі надходження відмерлої речовини, а самі в постійній конкурентній боротьбі за їжу частково гинуть внаслідок її нестачі.

В літературі широко вживається поняття «*стабільність екологічної системи*» За Голубцем М. А. стабільність екосистеми — закладена в її генетичній пам'яті здатність протягом усього періоду існування, незважаючи на ті чи інші зовнішні збурення, неухильно реалізовувати свою життєву програму.

Рівень стабільності, якого сягає певна екосистема, залежить від історії розвитку, ефективності внутрішніх механізмів управління, від її складності та від особливостей показників на вході в систему, тобто від середовища. Як правило, екосистема ускладнюється швидше в умовах стабільного середовища. Є думка, що видове різноманіття організмів повинно збільшувати стабільність екосистеми. Так, Ю. Одум розрізняє 2 види сталості:

- *резистентну сталість* (здібність екосистеми опиратися, підтримуючи незмінними свою структуру і функцію);
- *пружну сталість* (здібність екосистеми відновлюватися після того, як її

структура і функції були порушені).

Більшість фахівців вважають, що одним з проявів самоорганізації є sukcesія, коли екосистема накопичує різноманіття і спеціалізацію до межі, після якої рівень невизначеності довкілля стає шкідливим для сталості системи. Твердо встановлено, що в стабільних умовах навколишнього середовища екологічні системи з більшим різноманіттям успішно конкурують з біднішими і заміщають їх. Складна система характеризується більшою роботою виходу, направленою на загальні потреби і тому вона витісняє ті системи, енергія яких накопичується, а не використовується для роботи, направленої на виживання і конкуренцію.

В процесі sukcesії поступово збільшується видове різноманіття, що ускладнює зв'язки і трофічну мережу в екосистемі, підсилює її регуляційні можливості. Тим самим зменшується вірогідність занадто сильного розмноження окремих видів і знижується ступінь домінування найбільш масових форм. Підсилюється залежність успішного існування одних видів від біохімічних виділень, росту чи поведінки інших. Перевага конкурентних взаємовідносин змінюється мутуалістичними і трофічними залежностями. Внаслідок таких змін екосистема отримує певну автономність і незалежність від зовнішнього середовища.

Саморегулювання окремих екологічних систем і біосфери в цілому можливе двома шляхами:

- за рахунок постійного еволюційного вдосконалення завдяки конкуренції, хижацтву, пристосуванню тощо;
- за рахунок періодичних принципів змін внаслідок мутації організмів.

Перше спостерігається в періоди, коли зміни зовнішніх умов існування живого не перевищують меж динамічної рівноваги. Переважна кількість організмів розвивається нормально, а особини-мутанти гинуть. У випадках, коли зовнішні чинники змінюються принципово і окремі особини, популяції чи види не можуть вижити за рахунок відбору, продовження життя йде за рахунок мутантів, властивості яких виявилися найбільш відповідними до нових умов існування. Еволюція органічного світу загалом забезпечується завдяки інтегральним екосистемним механізмам саморегуляції.

**Поняття про гомеостаз.** Середовище — одне з основних екологічних понять, під ним розуміють комплекс природних тіл і явищ, з якими організм знаходиться у прямих або опосередкованих зв'язках. Внутрішнє середовище будь-якої істоти якісно відрізняється від зовнішнього середовища. Якісна самостійність внутрішнього середовища організму регулюється механізмами гомеостазу.

Гомеостаз організму — це стан внутрішньої динамічної рівноваги, який забезпечується взаємодією складних процесів регуляції і координації біохімічних реакцій за принципом зворотного зв'язку. Гомеостаз може здійснюватись тільки за певних умов навколишнього середовища: поза межами цих умов автономність організму порушується і він гине, а його внутрішнє середовище ототожнюється із зовнішнім.



## ? Питання для самоконтролю:

1. Організм це... Які основні властивості організму?
2. Унітарні організми — це...
3. Модулярні організми — це...
4. Під популяцією розуміють...
5. Що таке динаміка популяції?
6. Щільність популяції — це...
7. Динамічними показниками популяцій є...
8. Що таке середовище мешкання (існування) організму?
9. Екологічна ніша це... Який ряд правил враховують при вивченні та характеристиці екологічної ніші?
10. Які існують види зв'язків між представниками різних видів організмів, що населяють екосистему?
11. Саморепродукція. Продуктивність організму це...
12. Адаптації — це... Адаптація — це
13. Яким чином можна згрупувати різноманіття прояву адаптації організму?
14. Які форми зв'язків між організмами?
15. В чому полягає самоорганізованість екологічної системи?
16. Що таке стабільність екосистеми? Які 2 види сталості розрізняє Ю. Одум?
17. Якими шляхами можливе саморегулювання окремих екологічних систем і біосфери в цілому?
18. Що таке гомеостаз?

### 1.3 Екологічні фактори

Умови, фактори та ресурси середовища існування для живих організмів відіграють особливу роль. Розглядаючи окремих організмів як певну систему, найбільш прийнятним є визначення середовища за А. Холлом і Р. Фейджином: «Для даної системи навколишнє середовище є сукупністю усіх об'єктів, зміни властивостей яких впливають на систему, а також тих об'єктів, властивості яких змінюються в результаті поведінки самої системи». З визначення випливає динамізм взаємодії організму (системи) і середовища й те, що середовище не є для системи чимось абсолютно зовнішнім. За М. Ф. Реймерсом, навколишнім середовищем, а точніше докільям називають сукупність взаємопов'язаних природних, видозмінених природних, штучно утворених та соціальних компонентів в оточенні якої живе організм і з якою він безпосередньо взаємодіє. Докілья складається з багатьох елементів, умов, явищ, тобто факторів. Одним із завдань загальної екології є вивчення впливу факторів докілья (екологічних факторів) на живі організми.

*Умови природного середовища* — це сукупність організмів, абіотичних

тіл і явищ (від космічних дій до безпосередньої дії навколишнього середовища, в т.ч. вплив людини) на окрему особину, популяцію або угруповання. Умови середовища поділяють на абіотичні — неживу природу, що оточує організм або інший об'єкт і так чи інакше впливає на нього і біотичні — живу природу, що оточує організм або інший об'єкт (у т.ч. інші особини того ж виду) і так чи інакше впливає на нього.

**Екологічні фактори** — всі складові природного середовища, які впливають на існування та розвиток організмів, і на які живі організми відповідають реакціями пристосування (за межами здатності пристосування наступає смерть). Розрізняють три групи екологічних факторів:

1. *Абіотичні* які ще відносять до умов природного середовища. Абіотичні (від грець «неживий») — сукупність неорганічних умов середовища перебування. Абіотичні фактори навколишнього середовища поділяються на хімічні (сполуки атмосфери, води, ґрунту, тощо), фізичні (температури, освітлення, вологість, тощо), кліматичні, едафічні (механічний склад ґрунтів, гумус, лісовий настил, тощо), але вони взаємозалежні один від одного. Усі вони по-різному впливають як один на одного, так і на біотичний компонент екосистеми. Існує багато варіантів класифікації абіотичних факторів середовища. До кліматичних факторів відносять звичайно ті, що зв'язані з атмосферою та сонячною радіацією (температура, освітленість, вологість повітря, вміст в повітрі кисню та вуглекислого газу, вітер та ін.). Деякі з цих факторів чинять пряму дію на рослин та тварин, інші впливають на них опосередковано, а треті поєднують прямий та опосередкований вплив.

Орографічні умови (рельєф). Навіть на різних схилах гори — південному і північному — різні умови, рослинність, угруповання тварин.

До едафічних факторів належить більшість ґрунтових параметрів: кількість у ґрунті елементів мінерального живлення, вміст гумусу, насиченість ґрунту повітрям, рН ґрунтового розчину та ін. Едафічні фактори також можуть мати пряму та опосередковану дію.

Здатність організмів пристосовуватись до змін абіотичних факторів середовища відіграє важливу роль в процесі еволюції. Адаптація організмів здійснюється різними шляхами, зокрема особливостями поведінки, наприклад, міграції, особливостями метаболізму організмів, наприклад, стадія анабіозу, тощо. Вивчення цих процесів є важливим, адже це дозволяє зрозуміти природне різноманіття тварин і рослин, визначати межі їх стійкості до дії абіотичних факторів середовища тощо.

2. *Біотичні* — створюються сукупністю організмів у результаті їх взаємодії. Біотичні фактори середовища включають в себе весь комплекс впливу на живий організм, що виникає в результаті його співіснування з іншими рослинами та тваринами. У цілому, наявність постійного обміну речовинами між рослинами і тваринами, з одного боку, та їхнім середовищем, що включає в себе кліматичні, едафічні та біотичні фактори, з іншого боку, веде до виникнення різноманітних та тонких зв'язків в системі «організм — середовище».

Кожен організм відчуває на собі вплив інших живих істот, сам впливає на них, вступаючи у взаємозв'язки з представниками свого чи інших видів. Біотичним елементом екологічних систем є живий організм. При велетенському різноманітті організмів загальним для них є те, що всі вони утворені з живої речовини. Головною ознакою життя Опарін О. І. вважає обмін речовин. Енгельгард В. О. — здібність відтворювати собі подібних, трансформацію енергії, збудливість, рух. Трапезніков В. О. впевнений, що найбільш характерною ознакою живого організму є процес управління або наявність механізмів самоорганізації. Більшість біологів вважає, що в живому поєднанні всі ці феномени.

Незважаючи на порівняно невелику масу, яка в тисячу разів менша за масу гідросфери, жива речовина за різноманіттям значно випереджує неживу — якщо кількість природних сполук (мінералів) неживої речовини складає біля двох тисяч, то до складу живої речовини входить більше двох мільйонів органічних сполук. Сьогодні налічується понад два мільйони видів організмів, з них півтора мільйона припадає на тварин і півмільйона — на рослини.

3. *Антропогенні* — форми діяльності людини, які впливають на життєдіяльність організмів або середовище їх перебування. Діяльність людини пов'язана з істотною зміною первісного довкілля (вирубання лісу, виловлювання риби, знищення тварин тощо). Сьогодні розроблено досить складні класифікації антропогенних факторів. Це свідчить, що діяльність людини стала глобальним, планетарним фактором, який надзвичайно потужно впливає на довкілля.

Фактори навколишнього середовища забезпечують існування в просторі та часі. Засвоєння і використання факторів здійснюється організмом через адаптації. Наявність того чи іншого фактора може бути життєво необхідною умовою для одних видів і не мати ніякого значення для інших. Залежно від сили дії того чи іншого фактора умови існування особин виду можуть бути оптимальними, неоптимальними або відповідати проміжному рівню.

Здатність організму витримувати певну амплітуду коливання фактора називають екологічною валентністю. Для життя організмів велике значення має не тільки абсолютна величина фактора, але й швидкість його зміни. За екологічною валентністю організми поділяються на еврибіонтних з широкими пристосувальними можливостями (сірий пацюк, горобець, кімнатна муха) і стенобіонтних, які можуть існувати лише у відносно сталих умовах (байбак степовий, журавель степовий, качкодзьоб). Реакція організму і його адаптивні можливості відповідно до показників фактора залежать від поєднання дії різних факторів. Мряка та вітер при плюсовій температурі, мороз при ясній та тихій погоді сприймаються по-різному. У даному випадку реакція організму на температурний фактор залежить від супровідної дії вологості і вітру, тобто від спільної дії факторів.

Класифікація екологічних факторів. Фактори середовища, які мають найбільше значення для організму, зумовлені двома аутоекологічними принципами, сформульованими А. Тінеманном у 1942 р.

1. Живі організми пов'язані а середовищем передусім через свої життєві

потреби. Цей принцип є методологічною основою, згідно з якою ведуть пошук факторів середовища, що впливають на організм, вивчаючи одночасно біологію виду та його потреби.

2. Вимоги організму виникають з його морфофізіологічних пристосувань, встановлених впродовж тривалого часу. Ці пристосування тісно пов'язані з особливостями місця зростання, які вибирає даний вид у природі.

До складу живих організмів входить понад 30 хімічних елементів, з яких три — кисень, вуглець і водень — становлять 98 % загальної біомаси. Вуглець є основним носієм енергії в екосистемах, кисень і водень у вигляді води є основою зв'язку, вирішального для всіх організмів біоценозу. Інші фактори мають умовний характер, впливаючи на перебіг біологічних процесів, модифікуючи деколи значні екологічні зв'язки.

Класифікація Ніколсона – Швердтфегера. Для організму основні компоненти середовища — це переважно ті, які становлять конструкційний та енергетичний матеріал. Цей класифікаційний поділ (Ніколсон, 1954; Швердтфегер, 1963) зумовлений умовами існування й охоплює:

1) матеріальні фактори, присутність і можливість одержання яких є вирішальним для існування й розвитку організму. Вони складаються: а) з води як основного складника організмів; б) енергетичної сировини, необхідної для реалізації метаболічних процесів (обміну речовин);

2) умовні фактори, які можуть забезпечувати діяльність окремих елементів організму, не створюючи продукційної маси, лише сприяючи перебігу фізіологічних та екологічних реакцій. Перш за все до них належать мікроелементи.

Подальша класифікація вирізняла такі універсальні фактори, як температура, гравітація, наявність кисню, водне середовище організму.

Класифікація Даждо. Французький еколог Р. Даждо (1975) виділяє такі групи факторів:

1. Кліматичні (температура, світло, відносна вологість, опади та ін.).
2. Фізичні (некліматичні фактори водного середовища, едафічні фактори).
3. Кормові (харчові).
4. Біотичні (внутрішньовидова взаємодія, взаємодія між різними видами).

Класифікація Андерварта – Берна. Класифікація австралійських екологів Р. Андерварта і Л. Берна (1954) подібна до попередньої класифікації Р. Даждо. Вони поділяють фактори середовища на чотири групи:

1. Фізичні умови життя (клімат і погода).
2. Корм.
3. Інші організми.
4. Місце зростання.

На думку цих авторів, біотичні фактори входять у сферу екологічних досліджень лише тоді, коли становлять корм. Інші біотичні зв'язки є предметом популяційних і біоценотичних досліджень.

Пропоновані класифікації факторів середовища не є цілком послідовними та універсальними. Більшість факторів, зарахованих до групи «матеріальних», одночасно зумовлюють низку екологічних і фізіологічних реакцій. Зважаючи на

складність створення універсальної класифікації екологічних факторів, російський еколог Т. Г. Плиманов наводить узгоджені в середовищі екологів ознаки, які є основними. Передусім екологічні фактори стосовно певної екосистеми поділяють на зовнішні (екзогенні) і внутрішні (ендогенні). До зовнішніх відносять фактори, дія яких тією чи іншою мірою визначає зміни, що відбуваються в екосистемі, однак самі вони практично не відчувають зворотного впливу. Такими є сонячна радіація, інтенсивність атмосферних опадів, атмосферний тиск, швидкість вітру тощо. На відміну від них внутрішні фактори співвідносяться з властивостями власне екосистеми (або окремих її компонентів) і в дійсності утворюють її склад. Такими є чисельність і біомаса популяцій, запаси різних речовин, характеристики приземних шарів атмосфери, водної і ґрунтової маси тощо.

Широко використовують класифікацію факторів, побудовану на відмінних властивостях екосистеми і зовнішнього середовища. Наприклад, поміж екзогенних розрізняють метеорологічні (кліматичні), геологічні, гідрологічні, міграційні (біогеографічні), антропогенні фактори, а серед ендогенних — мікрометеорологічні (мікроклімат, фітоклімат), ґрунтові (едафічні), водні (гідрологічні) і біотичні (вплив рослин, тварин і мікроорганізмів).

Стабільні фактори — ті, що не змінюються протягом тривалого часу (земне тяжіння, сонячна стала, склад атмосфери та інші). Вони зумовлюють загальні пристосувальні властивості організмів, визначають належність їх до мешканців певного середовища планети Земля.

Змінні фактори, які, у свою чергу, поділяються на закономірно змінні та випадково змінні. До закономірно змінних належить періодичність добових і сезонних змін. Ці фактори зумовлюють певну циклічність у житті організмів (міграції, сплячку, добову активність та інші періодичні явища і життєві ритми).

Випадково змінні фактори об'єднують біотичні, абіотичні та антропогенні фактори, дія яких повторюється без певної періодичності (коливання температури, дощ, вітер, град, епідемії, вплив хижаків та ін.). До середини ХХ століття людина, за визначенням В. І. Вернадського, стала найбільш могутньою геологічною силою на нашій планеті. Різко зріс вплив людської діяльності на довкілля, що призвело до порушення природних зв'язків. Діяльність людини змінює умови навколишнього середовища, а середовище, в свою чергу впливає на життя, здоров'я та життєдіяльність як окремої людини, так і людської популяції загалом.

*Біотичні чинники середовища.* Це вплив одних видів організмів на інші. До біотичних чинників можна віднести і антропогенні (вплив людини на функціонування екосистеми в цілому чи її окремих компонентів). Біотичними чинниками є наявність їжі, присутність чи відсутність ворогів, конкурентів, паразитів тощо. Біотичні чинники поділяють на:

- *зоогенні* (вплив тварин; наприклад, витоупування луку);
- *фітогенні* (вплив рослин, зокрема виділення фітонцидів для знищення бактерій);

- *мікробогенні* (поява хвороб, зумовлених хвороботворними мікроорганізмами);

- *антропогенні* — сукупність різних видів впливу людини на природне середовище, рослинний і тваринний світ та на саму себе:

- вирубування лісів;
- розорювання цілих земель;
- полювання на окремі види тварин і птахів;
- забруднення водойм і загибель риби;
- зміна стану довкілля і зростання захворюваності людей.

**Природні умови** — сукупність живих організмів, абіотичних тіл і явищ природи, що існують незалежно від діяльності людей, впливають на інші живі організми; абіотичні тіла і явища, що розглядаються як центральні в системі відносин, які вивчаються.

**Природні ресурси** — це компоненти і сили природи, які на даному етапі розвитку продуктивних сил та вивченості використовуються або можуть бути використані як засоби виробництва і предмети споживання, для задоволення матеріальних та духовних потреб суспільства. За своєю матеріальною сутністю природні ресурси — частина географічного середовища, сукупність природних умов існування та діяльності людини.

У процесі впливу людського суспільства на природу збільшуються масштаби оволодіння компонентами і силами природи, розширюється сфера застосування їх, відбувається зміна пріоритетів у використанні природних ресурсів та їхнього впливу на економіку держав, світового господарства. До них належать, крім первинних (природних), вторинні ресурси, які є відходами виробництва або наслідками життєдіяльності людини. У процесі взаємодії людського суспільства та природи, життєво важливою, особливо актуальною стає якість використовуваних компонентів природи — чисте повітря, чиста вода, екологічно часті продукти харчування тощо.

Існує декілька класифікацій природних ресурсів. Згідно з природничою класифікацією, ресурси поділяються на природні групи: водні, повітряні, ґрунтові, рослинні, тваринні, мінеральні, кліматичні тощо. За природно-економічною класифікацією розрізняють ресурси, які використовуються в матеріальному виробництві і ті, що використовуються в невиробничій сфері. За іншою класифікацією природні ресурси поділяються на невичерпні та вичерпні, а останні — на відновлювані, важковідновлювані та невідновлювані.

Земельні ресурси — одні з найбільш універсальних природних ресурсів, які необхідні для всіх галузей господарства. Особливості земельних ресурсів полягають у тому, що їх не можуть замінити жодні інші ресурси і вони повинні використовуватися там, де знаходяться. Ґрунт має природну родючість, яка використовується людиною у сільському господарстві. Сільськогосподарська освоєність земель в Україні перевищує 70 %.

Агрокліматичні ресурси формуються поєднанням термічного режиму повітря і ґрунту з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи у ґрунті. Незважаючи на відносну однорідність клімату на території України, співвідношення тепла і вологи в різних її районах сильно відрізняється. Проте

цього достатньо для вирощування більшості культур помірного поясу.

Мінеральні ресурси. За різноманітністю і багатством мінерально-сировинної бази Україна вигідно відрізняється від більшості республік колишнього СРСР і багатьох держав, займаючи 0,5 % суші й переробляючи близько 5 % світового обсягу мінеральної сировини. На території України розвідано близько 8 тис. родовищ, майже 90 видів корисних копалин, з яких 20 мають важливе економічне значення. Серед них — нафта, газ, залізни, марганцеві, титанові, уранові руди, вугілля, сірка, ртуть, каолін, графіт, вогнетривкі глини, питні мінеральні води та інше.

Біологічні ресурси. Україна завдяки сприятливому географічному положенню в Середній Європі та різноманітним типам рівнинних, степових, лісостепових, лісових ландшафтів, а також гірських екосистем, вирізняється багатими за видовим складом флорою та фауною.

Ландшафтні ресурси — певна сукупність природних ландшафтів, які володіють біорізноманіттям і біопродуктивністю. Ландшафт — територіальна система, яка складається з природних або природно-антропогенних компонентів і комплексів більш низького таксономічного рангу, котрі взаємодіють між собою. Природний ландшафт формується під впливом природних процесів. Під впливом антропогенних дій структура і зовнішній вид ландшафтів зазнають змін. Часто порушені ландшафти відновлювати надзвичайно важко, а деколи і просто неможливо.

Флористичні ресурси — сукупність, видів рослин, що історично склалась, які ростуть в будь-якій місцевості або на Землі в цілому. Флора земної кулі налічує 250–300 тис. видів судинних рослин, в тому числі 15 тис. папоротникових, 25 тис. мохоподібних. Кожен вид має свою територію поширення. Забруднення природного середовища викидами, стоками, відходами призводить до зникнення окремих видів та загибелі флори в цілому.

Фауністичні ресурси — сукупність видів живих організмів, котрі мешкають у певній місцевості або на Землі в цілому. Фауна в процесі еволюції постійно зазнає змін. Вона характеризується кількістю видів тварин, які об'єднані спільною територією поширення (ареалом), ступенем її своєрідності (ендемізмом). На жаль, антропогенний вплив на фауну призводить до зникнення окремих видів живих організмів. Види, які зникають, заносяться в Червону книгу і для них створюються особливі умови існування.

Лісові ресурси України обмежені, незважаючи на багатий видовий склад. Площа лісового фонду складає близько 10 млн га. Лісистість усього 14,3 % (проти 29 % у світі). На одного жителя припадає всього 0,2 га лісу.

Рекреаційні ресурси є передумовою відтворення фізичних і духовних сил людини, затрачених у процесі праці. Майже всю територію України (крім Причорнобильської зони) можна вважати санаторно-курортним регіоном.

В цілому ж природне середовище лише умовно може бути поділене на умови, ресурси, фактори, а природа, тобто все, що нас оточує — не випадкове скупчення предметів і явищ, а цілісна система, яка розвивається за певними і лише їй властивими законами. У природі нема нічого постійного, в ній все рухається, розвивається і змінюється. Розвиток завжди йде від простого до

складного, але не по замкненому колу, а по висхідній спіралі. Рельєф, ґрунти, вода, повітря, рослинний і тваринний світ існують і розвиваються за своїми законами, але не ізольовано одне від одного. Якщо зміниться якийсь один компонент, то це викличе відповідні зміни інших елементів середовища. У цьому полягає закон цілісності географічної оболонки.

### ? Питання для самоконтролю:

1. Екологічні фактори — це...
2. Як поділяють екологічні чинники за ставленням до них організмів?
3. Які чинники навколишнього середовища називаються абіотичними?
4. Які чинники навколишнього середовища називаються біотичними?
5. Які чинники навколишнього середовища називаються антропогенними?
6. Що таке природні умови?
7. Що таке природні ресурси?

## 1.4 Теорія екосистем у традиційній екології

Для перетворення екології в самостійну науку дуже важливими були 1920–1940-і роки. У цей час публікується ряд книг з різних аспектів екології, починають виходити спеціалізовані журнали (деякі з них існують до цих пір), виникають екологічні суспільства. Але найголовніше — поступово формується теоретична основа нової науки, пропонуються перші математичні моделі і виробляється своя методологія, що дозволяє ставити і вирішувати певні завдання.

Тоді ж оформлюються два досить різних підходи, які існують і в сучасній екології:

1. Популяційний — приділяє основну увагу динаміці чисельності організмів і їх розподілу в просторі.
2. Екосистемний — концентрує на процесах кругообігу речовини та трансформації енергії.

Однією з найважливіших завдань популяційної екології було виявлення загальних закономірностей динаміки чисельності популяцій - як окремо взятих, так і взаємодіючих (наприклад, конкуруючих за один ресурс або пов'язаних відносинами «хижак-жертва»). Для вирішення цієї задачі використовувалися прості математичні моделі — формули, що показують найбільш ймовірні зв'язки між окремими, що характеризують стан популяції величинами: народжуваністю, смертністю, швидкістю росту, щільністю (числом особин на одиницю простору) та ін. Математичні моделі дозволяли перевіряти сліdstва різних припущень, виявивши необхідні і достатні умови для реалізації того чи іншого варіанту популяційної динаміки.

У 1920 р. американський дослідник Р. Перль (1879–1940) висунув так



звану логістичну модель популяційного зростання, яка передбачає, що в міру збільшення щільності популяції швидкість її зростання знижується, стаючи рівною нулю при досягненні деякої граничної щільності. Зміна чисельності популяції в часі описувалося таким чином S-подібною кривою, що виходить на плато. Перль розглядав логістичну модель як універсальний закон розвитку будь-якій популяції. І хоча незабаром з'ясувалося, що це далеко не завжди так, сама ідея про наявність деяких основоположних принципів, що виявляються в динаміці безлічі різних популяцій, виявилася дуже продуктивною.

Популяційний підхід в екології довгий час розвивався переважно зоологами. Ботаніки ж більше досліджували спільноти, які найчастіше трактували як цілісні й дискретні утворення, між якими досить легко провести кордон. Тим не менш, вже в 1920-ті роки окремі екологи висловлювали погляди, згідно з яким різні види рослин можуть по-своєму реагувати на певні фактори зовнішнього середовища, а їх розподіл зовсім не обов'язково має збігатися з розподілом інших видів того ж співтовариства.

Для самої можливості проведення екосистемних досліджень дуже важливим було те, що при колосальній різноманітності форм організмів, що існують у природі, число основних біохімічних процесів, що визначають їх життєдіяльність (а отже — і число основних біогеохімічних ролей!) досить обмежене. Так, наприклад, самі різні рослини (і ціанобактерії) здійснюють фотосинтез, при якому утворюється органічна речовина і виділяється вільний кисень. А оскільки кінцеві продукти однакові, то можна підсумувати результати активності відразу великої кількості організмів, наприклад, всіх планктонних водоростей в ставку, або всіх рослин у лісі, і таким чином оцінити первинну продукцію ставка або лісу. Вчені, які стояли біля витоків екосистемного підходу, добре це розуміли, а розроблені ними подання лягли в основу тих великомасштабних досліджень продуктивності різних екосистем, які отримали розвиток у різних природних зонах вже в 1960–1970-х роках.

До екосистемного підходу примикає за своєю методологією і вивчення біосфери. Термін «біосфера» для позначення області на поверхні нашої планети, охопленої життям, був запропонований в кінці 19-го століття австрійським геологом Едуардом Зюсом (1831–1914). Проте в деталях уявлення про біосферу, як про систему біогеохімічних циклів, основною рушійною силою яких є активність живих організмів («живої речовини»), було розроблено вже в 1920–30-х роках видатним вченим Володимиром Івановичем Вернадським (1863–1945). Що стосується безпосередніх оцінок цих процесів, то їх дослідження і постійне уточнення розгорнулося тільки в другій половині 20-го століття, і продовжується до цих пір.

Поняття про екосистему. Першими дослідниками, котрі усвідомили необхідність вивчення рослин і тварин «у постійному взаємному розвитку, організації і способі життя серед певних умов», були К. Ф. Рулье (1814–1858) та його учень М. О. Северцов (1827–1885). Першим ввів у науковий вжиток поняття «біоценоз» австрійський гідробіолог К. Мьобіус у 1877 р., а першим, хто заклав підвалини для розбудови біоценології був В. В. Докучаєв (1846–1903). Термін «екосистема» запропонований в 1935 р. англійським екологом А.

Тенслі, а сучасне визначення йому надав Реймонд Ліндман в 1942 році в своїй класичній роботі по вивченню біології озера Міннесота. У 1942 р. був також введений термін «біогеоценоз», суть якого обґрунтована В. М. Сукачовим.

Є чимало визначень екосистеми:

1. Будь єдність, що включає всі організми на даній ділянці і взаємодіє з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює чітко визначену трофічну структуру, видове різноманіття і кругообіг речовин (обмін речовинами і енергією між біотичної та абіотичної частинами) всередині системи, являє собою екологічну систему, або екосистему (Ю. Одум, 1971 р.).

2. Екосистема — система фізико-хіміко-біологічних процесів (А. Тенслі, 1935 р.).

3. Спільнота живих організмів разом з неживою частиною середовища, в якому воно знаходиться, і всіма різноманітними взаємодіями називають екосистемою (Д. Ф. Оуен).

4. Будь-яку сукупність організмів і неорганічних компонентів навколишнього середовища, в якій може здійснюватися кругообіг речовин, називають екологічною системою або екосистемою (В. В. Денисов).

5. Біогеоценоз (В. М. Сукачов, 1944) — взаємообумовлених комплекс живих і відсталих компонентів, пов'язаних між собою обміном речовин і енергії.

6. Екосистема — термодинамічно відкрита сукупність біотичних екологічних компонентів і абіотичних джерел речовини і енергії, єдність і функціональний зв'язок яких в межах характерного для певної ділянки біосфери часу і простору (включаючи біосферу в цілому), що інформаційно саморозвивається, забезпечує перевищення на цій ділянці внутрішніх закономірних переміщень речовини, енергії та інформації над зовнішнім обміном (в тому числі між сусідніми аналогічними сукупностями) і на основі цього невизначено довгу саморегуляцію і розвиток цілого під керуючим впливом біотичних і біогенних складових (Реймерс М. Ф.).  
Будова екосистеми (біогеоценозу) за Реймерсом М. Ф. представлена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Будова екосистеми (біогеоценозу) за Реймерсом М. Ф.

Аналіз головних з них свідчить не лише про відмінності в розмірах їх словесного навантаження, але й в об'ємах самого поняття. В них охоплені численні риси структури, системних зв'язків і функціональних особливостей, передовсім, речовинний, енергетичний та інформаційний обмін, здатність до саморегуляції, самовідтворення, самозбереження й саморегуляції, накопичення енергії та різних видів продукції, активної взаємодії з навколишнім природним оточенням, формування певної категорії відходів тощо.

Загалом поняття «*екосистема*» — універсальне і загальнобіологічне. Так само, як терміном «організм» означає будь-яку одиницю організмівого рівня організації — від одноклітинного прокариота чи еукариота до великого дерева, високоорганізованої тварини чи людини, так і термін «екосистема» характеризує структурно-функціональну суть усіх одиниць екосистемного ряду — від консорції, через біогеоценоз, ландшафтні екосистеми (біогеосистеми, за Бялловичем), материкові чи океанічні екосистеми аж до біосфери включно (Голубець, 1997).

Більш-менш повний обсяг поняття «екосистема» повинен включати наступні характеристики:

- це природна чи створена людиною функціональна система всієї сукупності живих істот, пов'язаних між собою трофічними та іншими зв'язками, і певного відносно однорідного фізичного (наземного, ґрунтового чи водного) середовища, які взаємодіють між собою таким чином, що потік енергії, який проходить через цю систему, сприяє створенню відповідної трофічної структури та харчових ланцюгів, підтриманню видової різноманітності, біотичного кругообігу (речовинного обміну між живими і неживими компонентами, біоценозом і біотопом) та накопиченню вільної енергії;

- це термодинамічно відкрита (джерело енергії — Сонце знаходиться за межами екосистеми), взаємопов'язана із сусідніми екосистемами, в ній відбувається постійний, міжекосистемний речовинно-енергетичний обмін, який забезпечує цілісність плівки життя й біосфери), екосистема відносно стійка до зовнішніх збурень, стабільна в часі, в природному стані самоорганізована і саморегульована (кібернетична), жива (біотична, організована живою речовиною, за Вернадським), неентропійна (величина її ентропії завжди менша від ентропії абіотичного довкілля) система;

- це будь-яких розмірів система, будова і рівень організованості якої забезпечують її тривале самопідтримання, матеріально-енергетичну трансформацію та біотичний кругообіг (функціонування штучних екосистем, як правило, вимушена підтримувати людина).

Головними властивостями екосистеми є цілісність, ієрархічність, функціональність, самоорганізованість, відкритість, продуктивність, емерджентність.

*Цілісність системи* означає певну відокремленість її від інших, замкненість сукупності складових, що тісно взаємопов'язані між собою і кожна з яких функціонально необхідна. Це означає неможливість існування системи у разі вилучення з неї будь-якої складової. Недоцільно і приєднання до системи сусідніх фрагментів, або їх частин, бо це не покращить функціонування

системи, але порушить якість цього фрагменту. Цілісність яскраво демонструється на прикладах живих організмів чи штучних систем. Як дерево не може існувати без кори чи коріння, так двигун не може працювати без будь-якої деталі.

*Ієрархічність (багаторівневість) системи* характеризує її морфологію і поведінку — окремі рівні обумовлюють певні аспекти її поведінки, а цілісне функціонування є результатом взаємодій всіх рівнів. Кожна система, яка є сукупністю складових нижчого рівня — підсистем, у свою чергу є однією з частин системи наступного вищого рівня — надсистеми, а та теж є лише частиною вище розташованого. І так до безкінечного Всесвіту.

*Функціональність (цілеспрямованість) системи* визначає мету (ціль функцію) існування системи.

*Самоорганізованість системи* — це властивість протистояти зовнішньому впливу, який намагається вивести систему із стану динамічної рівноваги.

*Відкритість системи* характеризує ступінь її залежності від навколишнього середовища і впливу на нього.

*Продуктивність системи* визначається кількістю певної продукції, яку виробляє система. Характеризується абсолютною кількістю продукції, виробленої за певний час, чи її значенням, віднесеним до характерного показника системи.

*Емерджентність системи* вказує на здатність отримувати (формувати) нові властивості, яких не було у складових підсистем. Тобто, будь-яка система має дві групи властивостей — спадкові, які перейшли від складових підсистем і емерджентні (власні).

Класифікація систем ускладнена їх велетенським різноманіттям. Головні загальні класифікаційні ознаки:

- за походженням системи можуть бути природними, штучними, змішаними;
- за складністю або кількістю рівнів, системи розташовані в широкому діапазоні — від найпростіших дворівневих, складовими яких є елементи (краплина води, молоток, тощо), до суперскладних (біосфера чи світова економіка), які налічують десятки рівнів.

- за повнотою системи діляться на повні і спрощені. Спрощення системи може відбуватися, в залежності від мети, трьома способами: обмеженням числа рівнів, обмеженням числа підсистем, обмеженням як числа рівнів так і числа підсистем;

- за матеріальністю складових системи розділяються на матеріальні, нематеріальні і комплексні.

Зв'язки між системами та між складовими всередині системи — це взаємодії, що характеризують рух енергії, речовини і інформації. Залежно від розташування джерела дії зв'язки бувають зовнішні, коли джерело знаходиться поза межами системи, і внутрішні. Напрямок руху дії в системі може бути вертикальним, тобто міжрівневим, і горизонтальним — на будь-якому рівні системи.

Усі наукові суперечки ведуться навколо питання, яка саме система має право називатися екологічною. Причина різнотлумачень закладена в принципових розбіжностях уявлень про екологію, як науку. Існує багато

визначень поняття «екологія». Одне з них, а саме — «екологія — це наука про екологічні системи» — дає відповідь на дискусійне питання. З нього виходить, що екологічні системи повинні охоплювати усі об'єкти, якими займається екологія. Аналіз усієї кількості визначень екосистеми свідчить про значні відмінності в об'ємі самого поняття. Але загальним є те що в екосистему не включено людину і створені нею штучні об'єкти. За Голубцем М. А. людина з її соціальними, технологічними, економічними, культурними й іншими проблемами повинна розглядатись окремо у вигляді геосоціосистем. Тобто, екосистеми існують поруч з геосоціосистемами і на будь-якому рівні їх треба розглядати разом як дві підсистеми єдиної системи вищого рівня, яку Д. Маркевич і Г. Бачинський та їхні прихильники називають соціоекосистемою.

Соціоекосистема (за Бачинським Г. О.) — це територіальна соціо-природна саморегульована система, динамічна рівновага якої повинна забезпечуватись людським суспільством. Ця система — моноцентрична, її центральним об'єктом є людина. Вона складається з двох підсистем — природної (біотичної і абіотичної) та соціально-економічної (населення і господарство).

В обох випадках системи моноцентричні з людським пріоритетом. Така схема відповідає уявленню про ноосферу, коли людський колективний розум буде керувати процесами на Землі на користь всьому живому і забезпечує надійний розвиток біосфери.

Людська діяльність створила штучну систему (ШС), де людина присутня у вигляді нематеріальних (НМ) (інтелектуальних, гуманітарних) складових — підсистем управління (УП), освіти (ЕО) екоправа (ЕП) тощо. Така схема відповідає сучасній дійсності — людина, яка створила штучну систему для покращення умов свого життя (перш за все за рахунок комфорту) відчуває, як і всі інші представники біосфери негативний вплив складових штучної системи на довкілля. Бажаючи покращити своє навколишнє середовище люди повинні розуміти, що це неможливо за рахунок природної системи, часткою якої є вони самі. Подвійне положення людини в екосистемі також полегшує вирішення найважливішого питання про обґрунтування людських потреб. Як біологічний вид людина, незалежно від раси, заможності тощо, потребує певної кількості кисню, води, їжі. Це «законні» природні потреби, які повинні задовольнятися повністю. Всі інші потреби, на задоволення яких, головним чином, працює штучна система є комфортними, другорядними (окрім духовних) і їхнє скорочення — одна із складових забезпечення руху до сталого розвитку.

Загально визнано, що елементом в екологічній системі є ціле, зокрема, живий організм (рослина, тварина, людина). Сукупності організмів (зграя, ліс тощо) утворюють передостанній рівень системи, на якому розташовані і соціальні найпростіші утворення — сім'я, колектив, жителі поселення тощо. Але саме людські угруповання, а не окрема особа, є предметом соціології і соціоекології. Тобто соціоекосистема є частиною екологічної системи, спрощеною на один рівень екосистемою.

**Різновиди екосистем. Основні ступені організації екосистем.** Істотним стимулом для розгортання екологічних досліджень на рівнях усіх ступенів

організації екосистем стали наслідки глибоких антропогенних змін на планеті, зокрема, забруднення атмосфери, ґрунтів, прісних вод і вод світового океану та харчової продукції, деградація озонового екрана, загальне обезліснення та опустелювання планети, голодування сотень мільйонів людей, поширення нових видів захворювань тощо.

За масштабами екосистеми поділяються на мікроекосистеми, мезоекосистеми і глобальні екосистеми.

У *мікроекосистемах* невеличкі, тимчасові біоценози, що називаються синузіями, перебувають у обмеженому просторі. До таких екосистем належать трухляві пеньки, мертві стовбури дерев, мурашники тощо.

Найбільш поширеними серед екосистем є *мезоекосистеми* або біогеоценози, в яких біоценози займають однотипні ділянки земної поверхні з однаковими фізико-географічними умовами і межі яких, як правило, збігаються з межами відповідних фітоценозів.

*Макроекосистеми* охоплюють величезні території чи акваторії, що визначаються характерним для них макрокліматом і відповідають цілим природним зонам. Біоценози таких екосистем називаються біомами. До макроекосистем належать екосистеми тундри, тайги, степу, пустелі, саван, листяних і мішаних лісів помірного поясу, субтропічного і тропічного лісів, а також морські екосистеми.

Прикладом *глобальної екосистеми* є біосфера нашої планети.

За ступенем трансформації людською діяльністю екосистеми поділяються на *природні, антропогенні та антропогенно-природні*. У промислово розвинутих країнах екосистем на захоплених людською діяльністю територіях майже не залишилося, хіба що в заповідниках. Лісові насадження, луки, ниви – все це антропогенно-природні екосистеми, які хоча й складаються майже виключно з природних компонентів, але створені й регулюються людьми. До антропогенних екосистем належать екосистеми, в яких переважають штучно створені антропогенні об'єкти і в яких, крім людей, можуть існувати лише окремі види організмів, що пристосувалися до цих специфічних умов. Прикладом таких антропогенних екосистем є міста, промислові вузли, села (в межах забудови), кораблі тощо.

Незважаючи на десятки років екологічних досліджень і численні фундаментальні праці з екології, ще й до сьогодні нема задовільної інформації про структурно-функціональні особливості, історію формування та антропогенну динаміку екосистем різних ступенів організації. Найбільше даних накопичено про біогеоценозні екосистеми — конкретні однорідні ділянки земної поверхні, зайняті лучними, лісовими або чагарниковими біогеоценозами, рідше — озерні, болотні чи річкові. На сьогодні більш-менш коректно визначаються наступні рівні структурної організації екосистем:

1. Консорційні екосистеми.
2. Парцелярні екосистеми.
3. Біогеоценозні екосистеми.
4. Ландшафтні екосистеми.
5. Провінційні екосистеми.

6. Біомні екосистеми.
7. Субстратні екосистеми.
8. Глобальна екосистема — біосфера.

*Консорційні екосистеми.* Поняття «консорція» поширене переважно в працях східноєвропейських біологів і ввійшло в науковий ужиток в зоології завдяки В. М. Беклемишеву (1951), а в ботаніці — П. Г. Раменському (1952). Перший з них визначав консорцію як сукупність особин різних видів, котрі трофічно, топічно, фабрично чи форично пов'язані з якимсь одним автотрофним або гетеротрофним організмом — ядром (центром) консорції (з лат. *consortio* – співучасть, спільність). Другий вважав, що ядром консорції може бути лише автотрофний організм. На сьогодні залишається невирішеною низка інших важливих питань: чи можна розглядати ядром консорції мертві організми, мертві органічні рештки, екскременти або прижиттєві виділення і чи може існувати консорція лише як сукупність живих істот без повітряного і ґрунтового середовища, без топічно і трофічно пов'язаних з ядром ґрунтових мікроорганізмів і мезофауни, без постійного речовинно-енергетичного обміну між автотрофним організмом і середовищем його існування?

Організми, які безпосередньо трофічно пов'язані з особоною центрального виду, називаються консортами першого концентру. До другого концентру належать організми, котрі трофічно пов'язані з особинами першого концентру. За таким же принципом виділяємо організми третього і наступних концентрів (Мазинг, 1966). Але добре відомо, що навіть у першому концентрі знаходяться сапротрофи (комахи, черви, бактерії, актиноміцети та ін.), які не пов'язані харчовим каналом безпосередньо з живими тканинами ядра.

У свою чергу, існування ядра консорції — автотрофного організму, також неможливе без діяльності деструкторів, які мінералізують мертву органіку, продукують фізіологічно активні метаболіти, синтезують гумусові речовини і забезпечують трофічну базу автотрофного організму.

У природі немає жодного організму, який існував би ізольовано (стерильно), незалежно від інших живих істот. Він завжди більш або менш функціонально пов'язаний з іншими організмами, між ним і середовищем відбувається безперервний обмін речовин, через нього постійно протікає потік енергії. Тобто сам він являє собою прототип елементарної екологічної лабораторії. У зв'язку з цим й функціонування консорції не можна уявити собі поза середовищем її існування.

У консорції об'єднуються всі трофічні групи організмів — автотрофи, фітофаги, зоофаги, сапрофаги, некрофаги, копрофаги, редуценти, тобто в ній відбуваються всі біотичні процеси, властиві для екологічних систем, починаючи від продукування фітомаси, її споживання і переміщення через усі відомі трофічні ланцюги і закінчуючи мінералізацією і споживанням автотрофами простих хімічних сполук. Таким чином, консорція характеризується екосистемною структурно-функціональною організацією, специфічним матеріально-енергетичним обміном і, безумовно, особливим, створеним у процесі життєдіяльності детермінанта і всіх пов'язаних з ним консортів, мікросередовищем.

*Парцелярні екосистеми.* Дослідники структури біогеоценозу відзначали, що хоча він займає однорідну ділянку земної поверхні й характеризується значною одноманітністю будови за показниками інших компонентів (рослинних, тваринних, ґрунтових), йому властива певна мозаїка структури, а в зв'язку з цим й функціональних рис (наприклад, темпів трансформації сонячної енергії та вологи, накопичення органічної речовини і загальної продуктивності тощо). Мозаїчність у будові рослинного покриву спричиняє відмінності в структурі тваринного населення, режимі зволоження та освітлення, темпах деструкції мертвої органіки, роботі мікробних комплексів, темпах біотичного кругообігу тощо. Для відображення такої взаємозумовленої строкатості компонентів у внутрішній будові біогеоценозу, тобто в межах одного екотопу, М. В. Диліс запропонував поняття «біогеоценотична парцела». Під біогеоценотичною парцелою розуміється структурна частина горизонтального поділу біогеоценозу, котра відрізняється за складом, структурою й властивостями компонентів, специфікою їхніх зв'язків і матеріально-енергетичного обміну та виділяється на цілу глибину біогеоценотичної товщини, включаючи її надземну і ґрунтову частини. Таким чином, біогеоценотичні парцели є найменшими територіально вирізненими екосистемологічними таксонами в межах біогеоценозної екосистеми, які за своїми структурно-функціональними параметрами цілком відповідають назві «парцелярна екосистема». Величина окремої ділянки парцелярної екосистеми може коливатися від кількох десятків до сотень і тисяч квадратних метрів. За співвідношенням консорцій автотрофних неепіфітних організмів, певно, доречно виділяти чисті (однодомінантні) і мішані (багатодомінантні) парцели.

*Біогеоценозні екосистеми.* У науковій літературі та в практичному вжиткові усталилося трактування біогеоценозу як екосистеми в межах фітоценозу, тобто біогеоценоз — це та конкретна екосистема, просторові розміри котрої співпадатимуть з межами ділянки земної поверхні з більш-менш однаковими ґрунтово-гідрологічними і кліматичними умовами, вкритої спорідненим за генезисом, складом, структурою рослинним покривом, який характеризується більш-менш однотипними взаємовідношеннями між усіма живими організмами та між ними й зовнішнім середовищем. Згідно з М. В. Дилісом (1978), «категорії екосистема і біогеоценоз співпадають на рівні рослинного угруповання і принципово розходяться як вище, так і нижче цього рівня». За визначенням основоположника біогеоценології — В. М. Сукачова, «біогеоценоз — це сукупність на певній ділянці земної поверхні однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, рослинності, тваринного світу і світу мікроорганізмів, ґрунту й гідрологічних умов), яка має свою особливу специфіку взаємодії компонентів, з котрих вона складається, і певний тип обміну речовиною та енергією їх між собою та іншими явищами природи і являє собою внутрішню суперечливу діалектичну єдність, що знаходиться в постійному русі, розвитку». Характерними ознаками біогеоценозу, так само як і будь-якої іншої екосистеми, є не лише його структура, а й функціонування, тобто постійний синтез органічної маси автотрофними організмами, біотичний кругообіг і переміщення речовини та енергії вздовж трофічного ланцюга,



накопичення вільної енергії в живих структурах і розсіювання теплової енергії в процесі всіх форм дихання. Тому функціональні особливості поряд із структурними є фундаментальними для інтерпретації його екосистемологічної суті. Базовим блоком (підсистемою) біогеоценозу, як і будь-якої іншої надпарцелярної екосистеми є фітоценоз — сукупність автотрофних організмів, які шляхом фотосинтезу формують трофічну основу для гетеротрофних організмів — консументів фітомаси. Мертва органіка (органічний опад і трупи живих істот) служить поживою для сапротрофів і редуцентів — ґрунтових мікроорганізмів, які в процесі біотичного розкладу вивільняють хімічні елементи для нового біогеохімічного циклу.

У зв'язку з цим категоризацію біогеоценозів проводять, головним чином, за ознаками фітоценозу. Зважаючи на те, що під впливом природних (розливання вулканічної лави, зсуви, свіжі алювіальні відклади, згарища тощо) чи антропогенних (вирубання лісу, розорювання схилів і залишення перелогів, відвали і кар'єри гірничодобувної промисловості та ін.) чинників постійно на поверхні Землі виникають ділянки, на котрих біогеоценогенез (формування біогеоценозів) починається з піонерних стадій, розрізняють молоді, недорозвинені, лабільні, несформовані і зрілі — клімаксові або близькі до них біогеоценози з добре виробленими структурами і зв'язками.

За походженням виділяють корінні, сформовані в процесі тривалого історичного розвитку, зі стійкими адаптаціями і досконалим припасуванням компонентів, та похідні біогеоценози, які виникли на місці корінних унаслідок різноманітних зовнішніх збурювань, що зумовили структурну перебудову цілої системи, природний хід її біогеоценогенезу, взаємозв'язків між структурними компонентами і біохімічного обміну.

За наявністю структурних компонентів вирізняють повночленні та неповночленні біогеоценозні екосистеми. У перших з них наявні всі природні компоненти, внаслідок чого реалізується повноцінний цикл біогеохімічного обміну, синтезу та ресинтезу органічної речовини. У других — відсутній котрийсь з компонентів, наприклад, рослинний покрив на ділянках пташиних базарів чи в печерних екосистемах. Гетеротрофні блоки таких систем існують за рахунок споживання речовинно-енергетичних ресурсів сусідніх водних чи наземних екосистем.

Доцільно також розрізняти біогеоценози за стійкістю до впливу зовнішніх чинників — стійкі та нестійкі (лабільні), а також за тривалістю зберігання певного постійного стану — стабільні й нестабільні біогеоценози. Стійкими слід вважати такі біогеоценози які слабо реагують на певні види природного або антропогенного збурення (наприклад, низову пожежу, випасання худоби, затоплення під час повені, сильний вітер, суховій, сильний мороз, посуху, грибкові захворювання тощо) і швидко відновлюють свої структурно-функціональні параметри після такого впливу. До лабільних належать біогеоценози, які під впливом певного виду зовнішнього збурення втрачають здатність нормального функціонування, позбуваються якогось структурного блоку, втрачають здатність до відновлення попередньої структурно-функціональної організації.

Стабільність є ознакою біогеоценозних екосистем зберігати стійкість до різноманітних зовнішніх екологічних чинників протягом тривалого або цілого часу свого існування, зберігати постійними співвідношення і взаємозв'язки між компонентами та показники речовинно-енергетичної трансформації, здатність до самовідновлення. До нестабільних належать більшість похідних, зокрема культурбіогеоценозів на місці корінних угруповань, хоча на початкових стадіях свого існування можуть проявляти стійкість до певних природних збурень.

*Ландшафтні екосистеми.* Під ландшафтною екосистемою розуміється сукупність на однорідній за геологічними, геоморфологічними, ґрунтово-гідрологічними, кліматичними показниками ділянці земної поверхні біогеоценозних екосистем, поєднаних між собою генетичними (за походженням), історичними (історія розвитку та освоєння), геохімічними (геохімічне сполучення, стік води, перенесення органічних і мінеральних речовин) та біотичними (міграція тварин, перенесення діаспор і живого рослинного матеріалу) зв'язками й охоплені певним типом господарського використання. Найменшою ландшафтною екосистемою слід рахувати таку територіальну одиницю, в складі якої виділяється не менше двох споріднених між собою біогеоценозів, найбільшою – природний територіальний комплекс, який за розмірами не перевищує фізико-географічного округу чи макрогеохори у визначенні В. Б. Сочави (1978). Таким чином, за просторовими межами до категорії «ландшафтна екосистема» належить будь-який природно-територіальний комплекс (рангу фізико-географічних фацій, урочищ, місцевостей, ландшафтів), потрактований з екосистемологічних позицій, тобто як функціональна, самоорганізована, саморегульована, енергетична система, носієм організованості якої є жива речовина, за В. І. Вернадським.

Залежно від наукових завдань чи практичних потреб ландшафтними екосистемами можна називати територіальні об'єднання споріднених біогеоценозів, наприклад, схилових, плакорних, заплавних, басейнових (басейн озера, річки чи їх частин), окремих гір, гірських хребтів, гірських улоговин, горбів, горбистих пасм чи їх частин тощо). Зовнішні межі ландшафтних екосистем визначаються за зовнішніми межами зовнішніх у природно-територіальному комплексі біогеоценозних екосистем. Важливою ознакою ландшафтних екосистем є внутрішні міжбіогеоценозні (міжекосистемні) зв'язки і міжбіогеоценозний (міжекосистемний) речовинний, енергетичний та інформаційний обмін. У зв'язку з цим вертикальні (верхня і нижня) межі ландшафтних екосистем завжди перевищують вертикальні межі біогеоценозів і можуть знаходитися на висоті десятків – сотень метрів над поверхнею землі і кількох - кільканадцяти метрів під цією поверхнею. Типологічно подібні біогеосистеми однакового рангу, які безпосередньо межують між собою, за Ю. П. Бяловичем, творять вищу територіальну одиницю, відносно однорідний масив біогеосистем під назвою «біогеомасив».

*Провінційні екосистеми.* Провінційну екосистему можна характеризувати як сукупність ландшафтних екосистем у межах фізико-географічної провінції, або як екологічну систему, яка за просторовими межами співпадає з межами згаданої провінції. За аналогією з визначенням фізико-географічної провінції, її можна

описати як частину біомної екосистеми (яка просторово співпадає з фізико-географічною зоною) в межах певної рівнинної або гірської країни. Її виділяють за ознаками геолого-геоморфологічної будови території, співвідношення низовин і височин, гірських хребтів та улоговин між ними, віддаленості від океанів і ступеня континентальності клімату, а також за видовим складом, будовою та співвідношенням площ плакорних екосистем, особливостями неплакорних угруповань, наявністю ендемічних видів і раритетних екосистем. Характерними для провінційної екосистеми є особливості трансформації сонячної енергії, повітряних мас та атмосферних опадів, зумовленої рельєфом території, просторовою структурою біогеоценотичного покриву і глибиною його антропогенних перетворень, а також речовинно-енергетичного обміну в екосистемах і між ними, що визначає структуру ґрунтового покриву, величину запасів вільної енергії, темпи геохімічного та біотичного кругообігів і біотичну продуктивність екосистем.

Вертикальні межі провінційних екосистем певно можна розсунути до 2-3 км, відмежовуючи ними простір, в якому відбувається латеральний і радіальний рух біотичних (пилки, діаспори, комахи, птахи) та абіотичних (повітряні маси, волога, пил) її компонентів і мас.

За взірцем фізико-географічного районування (Маринич, Шищенко, 1993), в межах України можна виділити 12 провінційних екосистем (Поліська, Західноукраїнська лісостепова, Дністровсько-дніпровська лісостепова, Лівобережно-дніпровська лісостепова, Середньоросійська лісостепова, Дністровсько-дніпровська північностепова, Донецька північностепова, Задонецько-Донська північностепова, Причорноморська середньостепова, Причорноморсько-Приазовська сухостепова і Кримська степова) та дві гірські країни - Кримські гори й Українські Карпати. Вони за межами в значній мірі співпадають з геоботанічними підпровінціями.

*Біомні екосистеми.* Поняття «біом» введене в біологічну літературу Ф. Клементсом у 1916 році для означення сукупності біоценозів територіальної одиниці — зони, області, регіону тощо. Пізніше різні автори по-різному використовували цей термін і встановлювали для нього різні об'єми поняття. Р. Дажо (1975) визначав біом як однорідне угруповання, яке займає досить великий простір і спричиняється макрокліматом. Його прикладом можна вважати американську прерію з безмежними просторами трав'яної рослинності й стадами бізонів, чи африканську савану з акаціями та баобабами, населену великими травоядними тваринами (жирафи, антилопи, зебри) і левами.

Р. Уїттекер (1975) виділяв аж 22 наземних і 10 водних біомів, а Г. Вальтер (1979) – 10, серед яких були й гірські (оробіоми). Ю. Одум (1986) трактує біом як велику регіональну, або субконтинентальну біосистему, котра характеризується будь-яким основним типом рослинності або іншою специфічною рисою ландшафту. Основною ознакою, яка дає змогу розмежовувати і виділяти біоми є життєва форма (трава, чагарник, листопадне дерево, шпилькове дерево) рослин кліматичного клімаксу, а також його складові – едафічні клімакси, стадії розвитку рослинності, в яких можуть домінувати інші життєві форми, тваринне населення. За цими ознаками

цитованій автор виділив 9 біомів й додатково три типи прісноводних екосистем і чотири типи морських екосистем.

Наземні біоми: – тундра: арктична та альпійська, – бореальні шпилькові ліси, – листопадний ліс помірної зони, – степ помірної зони, – тропічний грасленд і савана, – чапараль – райони з дощовою зимою і сухим літом, – пустеля – трав'яна і чагарникова, – напіввічнозелений тропічний ліс: виражений вологий і сухий сезони, – вічнозелений тропічний дощовий ліс.

Типи прісноводних екосистем: – лентичні (стоячі води): озера, ставки тощо, – лотичні (проточні води): ріки, потоки тощо, – заболочені угіддя: болота і болотисті ліси.

Типи морських екосистем: – відкритий океан (пелагічна), – води континентального шельфу (прибережні води), – райони апвелінгу (родючі райони з продуктивним рибництвом), – естуарії (прибережні бухти, проливи, гирла рік, солені марші тощо).

В. Б. Сочава (1978), К. М. Ситник (1987) цілком слушно трактують біом як синонім природної фізико-географічної зони, утвореної внаслідок складної взаємодії між кліматом, живими організмами та ґрунтом (тундровий біом, степовий біом тощо). Тому, що терміном «біом» переважно означають територіальну сукупність живих істот (рослинних і тваринних організмів) – біоту зональної фізико-географічної одиниці, часто не звертаючи уваги на біогеохімічну, трансформаційну й матеріально-енергетичну суть останньої, для потреб екосистемології та відображення згаданої суті його необхідно доповнювати ознакою екосистемності. У зв'язку з цим біомну екосистему слід трактувати як сукупність провінційних екосистем, яка за територіальними межами відповідає фізико-географічній зоні, зумовлена інтенсивністю надходження сонячної радіації до земної поверхні та макрокліматичними чинниками й характеризується певним клімаксовим типом рослинності (деревним, чагарниковим, трав'яним тощо).

*Субстратні екосистеми.* У другій половині ХХ ст. були усвідомлені геніальні ідеї В. І. Вернадського про біосферу й ноосферу, глобалізацію науки та інформатики, соціально-економічних процесів, про вплив господарської діяльності на структурно-функціональні особливості біосфери та перетворення людського розуму й виробничої діяльності людства в найпотужніший геологічний збурювальний фактор.

Найпотужніші джерела глобального забруднення й дигресії глобальної екосистеми знаходяться на Північноамериканському материку та європейській частині Євразійського материка. 80 % суші зосереджено в материковій і лише 20 % – в океанічній півкулях планети. У материковій півкулі площа суші займає близько 47 % території, на якій проживає коло 98 % населення Землі. В океанічній півкулі під водним дзеркалом знаходиться 91 % її поверхні, а на 9 % суші проживає менше 2 % населення Землі. Відповідно до чисельності населення можна оцінювати й розміри забруднення довкілля.

Дуже важливим є питання еволюції органічного світу на фоні палеокліматичних змін і дрейфу материків протягом останніх 200 млн. років історії Землі. Не менш актуальні сучасні процеси розподілу на земній поверхні

водними й повітряними течіями та транспортними засобами різних видів антропогенних забруднень і живих організмів. Немає екосистемологічної оцінки впливу структурних змін у біогеоценологічному покриві окремих материків на глобальні екологічні процеси, хоч такі види екологічних збурень, як вирубування тропічних лісів, забруднення планети пестицидами, важкими металами, нафтопродуктами чи чорнобильськими радіонуклідами стали класичними в підручниках з екології. Усі ці питання повинні стати предметом екосистемологічних досліджень.

*Глобальна екосистема – біосфера.* Ідеї щодо взаємозв'язку між живою і неживою природою та участі рослин і тварин у газообміні, формуванні ґрунтів і горючих копалин висловлювали Ж. Бюффон, Д. Вудворт, Дж. Геттон, А. Лавуазьє, К. Лінней, М. Ломоносов ще в 17-18 сторіччях. Але поняття про біосферу вперше сформулював Ж.-Б. Ламарк у своїх лекціях 1800 року, а згодом – у книзі «Гідрогеологія». Термін же «біосфера» було запропоновано відомим австрійським гідробіологом Е. Зюссом. У 1875 р. він вжив його для окреслення поряд з атмосферою, гідросферою та літосферою ще одної оболонки – біосфери, яка залягає на сухопутній і водній поверхнях, хоча на початках свого існування була приурочена лише до гідросфери.

Таким чином на підставі цих праць, а також праць В.І.Вернадського та його послідовників (передовсім М. І. Будика, М. Б. Вассоєвича, М. С. Гілярова, М. М. Камшилова, В. А. Ковди, Е. І. Колчинського, Б. С. Соколова, Ф. Я. Шипунова, О. М. Яншина та ін.) біосфера визначається як загальнопланетна оболонка, до складу якої належать нижні шари атмосфери, ціла гідросфера і верхні шари літосфери. Її склад і будова зумовлені сучасною і минулою життєдіяльністю всієї сукупності живих організмів (живої речовини). Вона є наслідком взаємодії її живих і неживих компонентів, акумуляції та перерозподілу в ній величезної кількості енергії, термодинамічно відкритою, самоорганізованою, саморегульованою, динамічно зрівноваженою, стійкою, мозаїчною (дисиметричною), глобальною системою.

### **Енергія екосистем. Динаміка екосистем.**

*Енергія екосистем.* Енергія (від грец. *energia* – дія, діяльність) – загальна міра різних форм руху матерії – характеризує можливість виконати роботу. Розрізняють такі види енергії:

– внутрішня енергія – це енергія системи, яка залежить від внутрішнього стану системи. Вона включає всі форми енергії складових системи;

– механічна енергія – енергія механічного руху і взаємодії тіл чи їх частин (енергія магнітного поля – магнітна енергія; енергія електромагнітного поля – електромагнітна енергія; енергія рухомої частки – кінетична енергія; енергія нерухомої частки в гравітаційному полі – потенційна енергія; енергія атомного ядра – ядерна енергія);

– теплова енергія – рівень або зміна теплового стану (теплоти) системи (тіла) під час процесу;

– електрична енергія – енергія взаємодії і руху електричних зарядів.

*Енергоспроможність* – це властивість екологічної системи сприймати, переробляти, засвоювати та транспортувати зовнішню енергію, а також

віддавати її за межі системи. Ця властивість тісно пов'язана з продуктивністю, про що свідчать одиниці виміру останньої—маса або кількість енергії, що зосереджено в цій масі. При цьому не можна забувати, що в одиниці маси різних речовин зосереджена різна кількість енергії.

Більшість енергетичних процесів, а саме забезпечення життєдіяльності організмів, створення й руйнування речовин, перетворення одного виду енергії в інший відбувається на мікрорівні, тобто у середині елементів екологічних систем. Сутність таких процесів, як відомо, розглядається не в екологічних, а в спеціалізованих системах; біологічних, фізичних, технічних тощо. Складові екосистем взаємодіють відповідно до внутрішнього енергетичного потенціалу з рухом енергії у всіх випадках, крім процесу фотосинтезу в одному напрямку – від більшого значення до меншого.

Всі екологічні системи відчувають зовнішній глобальний енергетичний вплив Космосу і земних надр. Найбільш вагомим з космічного впливу є дія Сонця. Відчутний також гравітаційний вплив Місяця. Надра впливають, головним чином, силою земного тяжіння.

Сонячні промені послаблюються атмосферними газами, хмарами і пилом нерівномірно – менше всього це впливає на видиму складову. Тому фотосинтез добре відбувається і в захмарені дні, і під товщею води. Зелені рослини використовують на процес фотосинтезу невелику частину світлової енергії – біля 1 %. Основна доля сонячної радіації, яка дійшла до рослин, витрачається на випаровування води і транспірацію. Вона повертається в атмосферу у вигляді теплової енергії – променів з довжиною хвилі більше 600 нм. Довгохвильові промені затримуються водяною парою (тобто хмарами), пилом, вуглекислим газом, що створює так званий парниковий ефект (природний) над земною поверхнею. Завдяки парниковому ефектові в нижній атмосфері температура збільшується на 31 – 32 °С, що забезпечує на земній поверхні одну з умов життя – середню температуру близько +15 °С.

Джерелами механічної енергії в екологічних системах є гравітаційна сила, головним чином Землі і Місяцю. Під впливом сили земного тяжіння течуть води річок і струмків, а тяжіння Місяцю викликає приливно-відливні рухи океанічних вод. Вертикальні переміщення атмосферного повітря різної густини відбуваються під впливом сили земної гравітації.

Згідно з глобальним (екологічним) законом збереження енергії не може зникнути, вона лише змінює свій вид, переходячи з однієї форми в іншу. В екологічній системі відношення загального дихання до її сумарної біомаси можна розглядати як відношення витрат енергії на підтримку життєдіяльності до енергії, яка міститься в структурі. Це «відношення Шредінгера» є мірою екологічного обертання енергії. Для опису «поведінки» енергії в екосистемах використовують поняття «потік енергії», оскільки на відміну від циклічного руху речовини перетворення енергії йдуть в одному напрямку.

Використання зеленими рослинами сонячної енергії визначає загальний енергетичний режим екосистеми, її продуктивність, інтенсивність колообігу речовин. Потік енергії послідовно пронизує всі трофічні рівні організмів, але лише незначна частина її залишається у вигляді хімічної енергії органічних

сполук біомаси та мертвої речовини. Екскременти, відмерлі рослини та їх органи, трупи тварин складають мертву органічну речовину екосистеми – джерело енергії для організмів, що споживають органічні залишки. Тут енергетичний баланс якісно не відрізняється від розподілу енергії на будь-якому рівні харчової піраміди. Ю. Одум приводить наступні цифри, які характеризують енергетику певної наземної екосистеми (в ккал/рік·м<sup>2</sup>): продуценти — 20810, травоядні — 3368, хижаки 1 — 383, хижаки 2 — 21, деструктори — 5060.

В різних типах екосистем потужність потоків енергії через ланцюги виїдання і розпаду різна. В водних системах більша частина енергії, фіксована одноклітинними водоростями, надходить до тварин, які споживають фітопланктон і далі потрапляє до хижаків. В ланцюг деструкції включається значно менша частина енергії. А в більшості екосистем суші співвідношення протилежне. Наприклад, в лісах більше 90 % енергії річного приросту рослинної маси потрапляє через опади в детритні ланцюги. В період сукцесії енергетика екосистеми змінюється. З енергетичних позицій сукцесія – це нестійкий стан системи, який характеризується небалансом енергії, загальної продуктивності і енергетичних витрат на підтримку обміну речовин. В зрілій стійкій екосистемі увесь річний приріст рослинності використовується в ланцюзі живлення гетеротрофів.

*Динаміка екосистем.* Будь-яка екологічна система не залишається постійною, незмінною. Зміни природних екосистем в залежності від часу – їх динаміка – можуть розглядатися в різних масштабах – від геологічних до миттєвих. Розрізняють такі види динаміки екологічних систем: історичну (геологічну), сукцесійну, багаторічну, річну, сезонну, добову.

Історична динаміка екосистем і біосфери, як екологічної системи найвищого рівня, визначається глобальними змінами ландшафтно-кліматичної зональності на планеті. Відмінною рисою Землі були істотні періодичні перебудови кліматичних умов, коли етапи похолодань із виникненням материкових зледенінь змінювалися періодами відчутного потепління, що супроводжувалося відповідними зміщеннями кліматичних поясів на тисячу кілометрів. Мороз С. А. наводить такі характерні процеси цього явища:

- етапи похолодання і потепління віддзеркалювалися у відповідних просторово-часових змінах глобальних характеристик природних умов;
- протягом етапів похолодання границі кліматичних (географічних) поясів зміщувалися у бік екватору, а термічний екватор пересувався на південь. Упродовж етапів потепління границі цих поясів і термічний екватор зміщувалися у зворотному напрямку;
- за часів існування покривних льодовиків північна півкуля була холоднішою за південну, й тому термічний екватор розташовувався у південній півкулі;
- у льодовикові епохи різниця між температурами низьких і високих широт у північній півкулі становила 55-70 °С, а у міжльодовикові епохи — всього 30-35 °С;
- упродовж міжльодовикових епох танула значна частина льодовикового

покриву, що призводило до підвищення рівня Світового океану на 85-120 м. Під час похолодання цей рівень знижувався з середньою швидкістю близько 0,4 мм за рік.

*Сукцесійна динаміка* характеризує послідовну заміну видів рослин на будь-якій вільній території. Такими територіями можуть бути рекультивовані землі, лісові згарища, свіжі лісосіки, намивні утворення тощо. На ранній стадії заселення території приживаються види з великою швидкістю розмноження і росту. Пізніше їх заміняють види з низьким потенціалом росту, але з більшою здібністю до виживання в умовах конкуренції. Наприклад, після утворення території в лісостеповій зоні п'ять років на ній росли лише трави, через десять років з'явилися кущі, а через двадцять – дерева. Через сорок років територія була вкрита на 35 % деревами, кущами (18 %) і травами (47 %). Таким чином екологічна сукцесія є процесом розвитку, а не простою зміною видів. Сукцесію слід розглядати як властивість самоорганізації, саморозвитку екологічної системи.

Змінність екосистеми по роках спостерігається внаслідок особливостей метеорологічних умов чи інших зовнішніх факторів, наприклад, повеней, пожеж, масових розмножень тварин чи мікроорганізмів. На будь-якій ділянці степу склад різнотрав'я не буває однаковим підряд декілька років – кожного року превалює якійсь набір трав. В залежності від кліматичних особливостей року з усього різноманіття насіння, що присутні у ґрунті, проростають лише ті, умови для яких виявляються найкращими. Таке саме явище спостерігається і в тваринному світі, в зв'язку з чим відмічають роки мишей, комарів тощо.

*Сезонна динаміка* проявляється в зміні стану, активності і кількісного співвідношення окремих видів біоти екологічної системи в залежності від циклів їх розмноження, сезонних міграцій, відмирання окремих генерацій протягом року тощо. На певний період року деякі види повністю виключаються з життя спільноти, бо переходять в стан глибокого спокою (сплячка тощо), або переживає стадію яєць і насіння, чи переміщується в інший географічний регіон.

*Добова динаміка* екологічної системи спостерігається у всіх зонах, від тропіків до тундри. Прояв її тим більший, чим відчутніша різниця температури, вологи, освітленості та інших факторів середовища вдень і вночі. Так, в піщаних пустелях влітку в середині дня життя замирає — навіть види з денною активністю ховаються від спеки в норах або в гілках дерев. А вночі, вдосвіта і ввечері пустеля оживає. Добова динаміка рослин проявляється в зміні ефективності процесу фотосинтезу.

Наведені характеристики різних видів динаміки екологічних систем необхідно доповнити залежністю глибини зміни системи від такого показнику часу, як період динамічного процесу. Якщо глибину (принциповість, фундаментальність) змін екосистеми уявити як амплітуду динамічного процесу, то виявляється, що динаміка екологічних систем описується загальновідомою закономірністю коливальних систем: більш амплітуда відповідає більшому періоду коливань. Історична динаміка геологічними вимірами часу коливань періоду полягає в фундаментальних змінах всіх складових біосфери – як біологічних, так і абіотичних. Сукцесійна динаміка, яка характеризується періодами в десятиліття не вносить змін в біосферу, а охоплює лише окремі



екосистеми. Багаторічна динаміка при періодах змін в один-три роки має амплітуду змін, які не охоплюють всіх складових екосистеми, а впливають лише на частину з них. Сезонна динаміка з чотирма періодами на рік характеризується змінами на рівні популяцій, тобто підсистем екосистем, а добова – на рівні елементів екологічних систем.

### **Біологічна продукція екосистем. Сукцесія.**

Продуктивність природної чи штучної системи — це властивість продукувати (виробляти) певну продукцію згідно мети системи. Продуктивність залежить від спроможності продуцентів екосистеми фіксувати сонячну енергію в хімічних зв'язках створюваної органічної речовини. Під продукцією розуміється кількість органічної речовини, накопиченої чи створеної екосистемою або її компонентом. Вона вимірюється в одиницях маси чи енергії, віднесеної на одиницю площі.

Розрізняють декілька видів продукції:

1. *Первинною продукцією* називають органічну масу, яка утворена рослинами за певний час. Продукція визначається вологою або сухою масою рослин чи в енергетичних одиницях.

2. *Валова первинна продукція (ВП)* — кількість речовини, що створена рослинами за одиницю часу при певній швидкості фотосинтезу. Частина цієї продукції іде на підтримку життєдіяльності самих рослин — це витрати на дихання – від 40 до 70 % валової продукції. Друга частина складає так звану чисту первинну продукцію (ЧП) – збільшення фітомаси рослин.

3. *Чиста первинна продукція* – це енергетичний резерв для консументів і редуцентів. Переробляючись в ланцюги живлення, вона йде на поновлення маси гетеротрофних організмів, яка називається вторинною продукцією екосистеми.

4. *Вторинну продукцію* вираховують окремо для кожного щабля трофічної піраміди, тобто для кожного харчового рівня.

5. *Біомаса системи* — сумарна маса накопичення всією сукупністю рослинних, тваринних, грибних і бактеріальних організмів екосистеми. Часто біомасу визначають в еквівалентних енергетичних одиницях. Біомаса врівноваженої екосистеми залишається відносно постійною, тому що практично вся первинна продукція витрачається в ланцюгах харчування і розкладу.

Крім вказаних вживають такі поняття:

- фітомаса — загальна маса всіх рослин екосистеми чи її компонентів;
- зоомаса — загальна маса всіх тварин екосистеми або її компонентів;
- міцеліальна, грибкова маса, бактеріальна маса, маса окремих трофічних груп ґрунтової мікро- і мезофауни;

- мортмаса — загальна кількість мертвої органічної речовини, накопиченої в екосистемі. В її межах розрізняють опад (масу відмерлих органів живих організмів, що опали на поверхню ґрунту), відпад (масу цілих мертвих організмів на поверхні ґрунту чи в його товщі), підстилку (масу опадку й відпаду на поверхні ґрунту), старику (масу відмерлих органів рослин, які ще прикріплені до живого організму — гілки, листя тощо), перегній або гумус (накопичені у верхніх горизонтах ґрунту стійкі органічні речовини, що

утворилися в результаті розкладу і біохімічних перетворень відмерлих органічних решток);

– загальна органічна маса — сумарна маса живої і мертвої органічної речовини в системі.

Наявність біомаси продуцентів чи консументів в конкретних екосистемах залежить від того, як співвідносяться між собою темпи накопичення органічної речовини на певному трофічному рівні і передачі її на наступний вищий рівень, тобто, наскільки сильне «видання» утворених запасів. При цьому велике значення має швидкість обертання генерацій основних продуцентів і консументів.

У природі не існує такого виду, який не був би пов'язаний з іншим. Живлячись за рахунок інших істот, організми дістають енергію. Внаслідок цього у природі виникають ланцюги живлення. Ряди взаємопов'язаних видів, в яких кожний попередній є об'єктом живлення наступного, називають ланцюгами живлення. Розрізняють ланцюги живлення різних типів. Тип ланцюга залежить від початкової ланки. Початковою ланкою в ланцюгах живлення можуть бути рослини, мертві рослини, рештки чи послід тварин. Наприклад, рослини – попелиці – дрібні комахоїдні птахи – хижі птахи; рослини – зайці – лисиці – вовки. У цих випадках ряди починаються з рослин. До іншого типу рядів живлення належать ряди, що розпочинаються з посліду тварин з невикористаними запасами речовин: коров'ячий послід – личинки мух – комахоїдні птахи – хижаки. Прикладом ланцюгів живлення, які починаються з рослинних решток, може бути: рослинний перегній – дощові черв'яки – кроти. Ланцюг живлення можна уявити у вигляді піраміди чисел, фундамент якої становлять численні види рослин, наступні рівні утворюють рослиноїдні та м'ясоїдні тварини, чисельність яких швидко зменшується в напрямку до вершини, яку посідають нечисленні великі хижаки.

Є три основних типи пірамід:

- *піраміда чисел* показує чисельність окремих організмів;
- *піраміда біомаси* характеризує загальну суху вагу, калорійність або іншу міру загальної кількості живої речовини;
- *піраміда енергії* відповідає величині потоку енергії або «продуктивності» на послідовних трофічних рівнях.

Піраміди чисел і біомаси можуть бути оберненими (або частково оберненими), тобто основа може бути меншою, ніж один або кілька верхніх поверхів. Так буває, коли середні розміри продуцентів менші ніж розміри консументів. Дані свідчать про те, що консументи споживають лише 16 % від продукуюваної рослинами чистої первинної продукції. На суші продуктивність консументів майже у 300 разів менша за чисту первинну продуктивність, а у воді – у 18 разів. Маса тварин на всіх континентах дорівнює одному млрд. т, тобто половині маси тварин на Землі. Третина наземних тварин (по масі) мешкає в вологих тропічних лісах. Коралові рифи і зарості водоростей характеризуються найвищою вторинною продуктивністю – 600 кг/(га·рік), що в три рази більше, ніж у найкращій наземній екосистемі — савані.

Навпаки, екологічна енергетична піраміда завжди звужується догори за умови, що будуть враховані усі джерела енергії живлення в системі.

Чим складніша за будовою і різноманітніша за складом екосистема, тим менший коефіцієнт продуктивності  $K_n = P_c/M_b$  (тут  $P_c$  — чиста природна продуктивність екосистеми, а  $M_b$  — загальна біомаса екосистеми). Найбільші значення  $K_n$  мають тундра та інші субарктичні екосистеми з простим харчовим ланцюгом і низькою видовою різноманітністю, а також пелагічні частини океану. Мінімальні величини  $K_n$  характерні для вологих тропічних лісів та коралових рифів, екосистеми яких надзвичайно складні.

Продуктивність штучних екосистем в значній мірі залежить від неприродних факторів, створених людиною для збільшення врожаю. На завершення зауважимо, що в літературі при розгляді такої властивості, як продуктивність, не враховується вплив екологічної системи на атмосферне повітря, а саме – продукування кисню.

Трофічні ланцюги, які починаючись з фотосинтезуючих організмів забезпечують живлення, називають ланцюгами виїдання (або ланцюгами споживання чи пасовищними), а ланцюги, які обминають живлення і закінчуються переробкою відмерлих залишків рослин, трупів і екскрементів тварин — детритними ланцюгами розкладу. В різних типах екосистем потужність ланцюгів виїдання і розкладу різна. У водних спільнотах більша частина енергії, фіксована одноклітинними водоростями, надходить до тварин, які споживають фітопланктон, а далі — до хижаків і значно менша включається в ланцюг розкладу. В більшості екосистем суші протилежне: в лісах більше 90 % річного приросту рослинної маси надходить через опад в детритні ланцюги.

В наземній природній екосистемі виділяють три рівні життя: наземний, ґрунтовий, підземний. Перший рівень містить головну частину біомаси. Географічні «хвилі життя» яскраво ілюструють залежність біопродуктивності від двох головних природних факторів — енерго- і вологозабезпеченості.

Світовий розподіл первинної біологічної продукції дуже нерівномірний. Самий високий приріст – 25 г з 1 м<sup>2</sup> площі за добу – спостерігається при високій забезпеченості рослин вологою, світлом і мінеральними речовинами, що притаманне, наприклад, естуаріям річок і лиманів. В жарких пустелях, де не вистачає води, в полярних пустелях внаслідок нестачі тепла та в товщах океанських вод з дефіцитом поживних речовин продуктивність автотрофів не перевищує 0,1 г/м<sup>2</sup>. Загальна річна продуктивність на Землі складає 150–200 млрд. т сухої органічної речовини. Дві третини її утворюється на суші, інше – у воді. Майже вся чиста первинна продукція використовується для підтримки життя гетеротрофних організмів. Речовина, невикористана консументами, запасується в їх тілах, в органічних опадах водоймищ і в гумусі ґрунту.

На планеті найпродуктивнішими є коралові рифи, екосистеми алювіальних долин, поля певних сільськогосподарських культур (наприклад, цукрової тростини), естуарії (гирла рік, в яких внаслідок морських припливів й відливів відбувається змішування прісних і солоних вод, додаткове збагачення продуктами харчування та виносення відходів). Середньопроодуктивні — ліси та вологі луки,

неглибокі озера, агроєкосистеми інтенсивного землеробства, морські шельфи. До низькопродуктивних належать пустелі і відкриті простори морів та океанів.

Сукцесії. Самоорганізованість екосистем. Для екології важливими є *процеси сукцесії*, тобто низка послідовних змін рослинних угруповань у часі, що формуються на ділянках, позбавлених рослинності.

Закономірний процес зміни спільноти внаслідок взаємодії живих організмів між собою і абіотичним середовищем називають сукцесією – проявом саморозвитку спільноти. Процес сукцесії складається з декількох етапів:

- 1 – виникнення вільного життєвого простору;
- 2 – міграція на нього різних організмів чи їх зачатків;
- 3 – приживання їх на ділянці;
- 4 – конкуренція між видами;
- 5 – перетворення живими організмами життєвого простору.

Розрізняють дві стадії екологічної сукцесії – сингенез та ендогенез. До стадії сингенезу належать ті сукцесії, які відбуваються, починаючи від заселення нової території різноманітними організмами. Вони протікають порівняно швидко. Ендогенез – це довготривалий (десятки і сотні років) процес існування і розвитку клімаксової екосистеми. Своєрідний варіант являють поточні, або конвеєрні, сукцесії, які розвиваються у рухомому середовищі — в річках, в циркуляційних ділянках морів і океанів, в лісовій підстилці. В останній кожен горизонт – верхній пухкий опад, середній «ферментативний» і нижній «муловий» – характеризуються своїм складом мікроорганізмів, який постійно змінюється внаслідок безперервного руху речовин зверху вниз.

Сукцесії бувають *первинні і вторинні*. В первинних рослинний покрив відсутній взагалі, у вторинних – частково збережений.

Розрізняють також *антропогенну і ендоекогенетичну сукцесії*. Перша пов'язана з господарською діяльністю людини, друга – зумовлена впливом самого рослинного угруповання, що поступово змінює середовище існування внаслідок формування фітосередовища, фітоклімату, кореневих виділень тощо.

Сукцесії перебувають у стані внутрішньої рухомої рівноваги, постійно змінюються. Ці зміни можуть бути зворотними і незворотними, у тім числі й еволюційними. Вони ведуть до формування або відновлення стійкого, стабільного фітоценозу чи, навпаки, до дегресій — погіршення стану, нестійкості, розпаду. Сукцесії відбуваються в результаті зміни фізичного середовища під впливом самого угруповання. Вони начебто контролюються угрупованнями. Водночас фізичне середовище визначає характер сукцесії, швидкість змін і нерідко межі розвитку. Функціональним показником зрілості екосистеми може слугувати співвідношення синтезу і дихання рослин.

В будь-якій сукцесійній серії темпи змін поступово уповільнюються. Кінцевим підсумком є формулювання відносно сталої стадії — *клімаксової спільноти або клімаксу*. Початкові, піонерні угруповання видів відрізняються найбільшою динамічністю і нестійкістю. Клімаксові об'єднання здібні до тривалої самопідтримки.

Від сукцесій (незворотних змін) відрізняються *флуктуації* — форми

модифікацій, що полягають у плавній, дуже повільній зміні ознак із незначним відхиленням їх від середньої величини, щорічні зміни рослинного угруповання, що визначаються зміною з року в рік метеорологічних умов та інших особливостей біотопу. Вікові зміни фітоценозів відбуваються дуже повільно і захоплюють великі території; вони пов'язані з кліматичними змінами, змінами флористичного складу та іншими процесами, малопомітними упродовж десятиліть і навіть століть.

### ? Питання для самоконтролю:

1. Які існують і в сучасній екології різні підходи?
2. Охарактеризуйте популяційний підхід.
3. Охарактеризуйте екосистемний підхід.
4. Яку найважливішу функцію виконує популяція, будучи структурною одиницею екосистеми?
5. Надайте визначення екосистеми.
6. Які характеристики повинен включати повний обсяг поняття “екосистема”?
7. Які основні ступені організації екосистем?
8. Як поділяються за масштабами екосистеми?
9. Охарактеризуйте мікроекосистеми.
10. Охарактеризуйте мезоекосистеми.
11. Охарактеризуйте глобальні екосистеми.
12. Як поділяються за ступенем трансформації людською діяльністю екосистеми?
13. Які специфічні риси має біосфера порівняно з екосистемами менших розмірів?
14. Що таке енергія екосистем? Які види енергії розрізняють?
15. Що таке енергоспроможність екологічної системи?
16. Які види динаміки екологічних систем розрізняють?
17. Що характеризує сукцесійна динаміка?
18. Що таке продуктивність природної чи штучної системи. Які види продукції розрізняють?
19. Які існують основні типи пірамід?

## 1.5 Сучасна екологічна ситуація окремих компонентів біосфери

**Біосфера** (від *bio* – жива і грец. *sphaira* – куля), оболонка Землі, склад, структура і енергетика якої визначаються сукупною діяльністю живих організмів. Термін «Біосфера» ввів Е. Зюсс в 1875 році, що розумів її як тонку плівку життя на земній поверхні. Заслуга створення цілісного вчення о Біосфері належить В. І. Вернадському. Основи цього вчення, викладені Вернадським в 1926 в книзі “Біосфера” що розроблялася їм до кінця життя, зберігає своє

значення в сучасній науці.

Біосфера охоплює частину атмосфери до озонового екрану (20–25 км.), частину літосфери, особливо кору вивітрювання, і всю гідросферу. Нижній кордон опускається в середньому на 2–3 км. на суші і на 1–2 км. нижче за дно океану. Вернадський розглядав біосферу як сферу життя, що включає поряд з організмами і місце їх існування. Він виділив в біосфері 7 різних, але геологічно взаємозв'язаних типів речовин: жива речовина, біогенна речовина (пальні копалини, вапняки і т. д., тобто речовина, що створюється і переробляється живими організмами), косна речовина (утворюється процесами, в яких живі організми не беруть участь, наприклад: вивержені гірські породи), біокосна речовина (створюється одночасно живими організмами і процесами неорганічної природи, наприклад: ґрунт), радіоактивна речовина, розсіяні атоми і речовина космічного походження (метеорити, космічна пил).

За сучасними уявленнями, біосфера – це особлива оболонка Землі, що містить усю сукупність живих організмів і ту частину речовини планети, яка знаходиться у безперервному обміні з цими організмами.

Ці представлення базуються на вченні В. І. Вернадського (1863–1945) про біосферу, що є, найбільшим, з узагальнень в області природознавства в ХХ ст. Найважливіша значущість його вчення на повний зріст проявилася лише в другій половині нашого століття. Цьому сприяв розвиток екології і, передусім глобальній екології, де біосфера є засадничим поняттям.

Вчення В. І. Вернадського про біосферу – це цілісне фундаментальне вчення, органічно пов'язане з найважливішими проблемами збереження і розвитку життя на землі що знаменує собою принципово новий підхід до вивчення планети як системи, що розвивається, в минулому сьогодні і майбутньому. За уявленнями В. І. Вернадського, біосфера включає живу речовину (тобто усі живі організми), біогенну (вугілля, нафта, вапняки та ін.), косну (у його освіті живе не бере участь, наприклад магматичні гірські породи), біокосну (створюється за допомогою живих організмів), а також радіоактивну речовину, речовину космічного походження (метеорити та ін.) і розсіяні атоми. Усі ці сім різних типів речовин геологічно пов'язані між собою.

Суть вчення В. І. Вернадського знаходиться у визнанні виняткової ролі «живої речовини», що перетворює вигляд планети. Сумарний результат його діяльності за геологічний період часу величезний. По словах В. І. Вернадського, «на земній поверхні немає хімічної сили більше постійно діючої, а тому могутнішою по своїх кінцевих наслідках, чим живі організми, узяті в цілому». Саме живі організми уловлюють і перетворюють променисту енергію Сонця і створюють нескінченну різноманітність нашого світу.

Другим найголовнішим аспектом вчення В. І. Вернадського є розроблене ним уявлення про організованість біосфери, яка проявляється в погодженій взаємодії живого і неживого, взаємної пристосованості організму і середовища. «Організм, – писав В. І. Вернадський, – має справу з середовищем, до якого він не лише пристосований, але яке пристосовано і до нього».

В. І. Вернадський обґрунтував також найважливіше уявлення про форми перетворення речовини, речовини, накопичення хімічних елементів, про

рушійні чинники шляхи біогенної міграції атомів, тобто, міграції хімічних елементів за участю живої розвитку біосфери та ін. Найважливішою частиною вчення про біосферу В. І. Вернадського є уявлення про її виникнення і розвиток. Сучасна біосфера виникла не відразу, а в результаті тривалої еволюції в процесі постійної взаємодії абіотичних чинників. Перші форми життя, по-видимому, були представлені анаеробними бактеріями. Проте творча і перетворююча роль живої речовини стала здійснюватися лише з появою у біосфері фотосинтезуючих автотрофів — ціанобактерій і синьо-зелених водоростей (прокаріотів), а потім і справжніх водоростей і наземних рослин (еукаріотів), що мало вирішальне значення для формування сучасної біосфери. Діяльність цих організмів привела до накопичення у біосфері вільного кисню, що розглядається як один з найважливіших етапів еволюції.

Паралельно розвивалися і гетеротрофи, і передусім — тварини. Головними датами їх розвитку є вихід на сушу і заселення материків (на початок третинного періоду) і, нарешті, поява людини.

У стислому виді ідеї В. І. Вернадського про еволюцію біосфери можуть бути сформульовані таким чином:

1) Спочатку сформувалася літосфера — передвісник довкілля, а потім після появи життя на суші — біосфера.

2) У течії усїєї геологічної історії Землі ніколи не спостерігалися азойні геологічні епохи (т. е. позбавлені життя). Отже, сучасна жива речовина генетично пов'язана з живою речовиною минулих геологічних епох.

3) Живі організми — головний чинник міграції хімічних елементів в земній корі, «принаймні, 90 % по вазі маси її речовини у своїх істотних рисах обумовлено життям» (В. І. Вернадський, 1934).

4) Грандіозний геологічний ефект діяльності організмів обумовлений тим, що їх кількість нескінченно велике і діють вони практично в течії нескінченно великого проміжку часу.

5) Основним рушійним чинником розвитку процесів у біосфері є біохімічна енергія живої речовини.

У цілому вченні про біосферу В. І. Вернадського заклало основи сучасних уявлень про взаємозв'язок і взаємодію живої і неживої природи. Практичне значення вчення про біосферу величезне. В наші дні воно служить природничо-науковою основою раціонального природокористування і охорони довкілля.

Еволюція біосфери формується під впливом алогенних (зовнішніх) сил, таких, як геологічні і кліматичні зміни, і аутогенних (внутрішніх) процесів, обумовлених активністю живих компонентів екосистеми. Перші екосистеми, що існували 3 млрд. років тому, були населені крихітними гетеротрофними організмами, що існували за рахунок органічної речовини. Потім відбулося виникнення і популяційний вибух автотрофних водоростей, які, як вважають, зіграли одну з головних ролей в перетворенні відновної атмосфери на кисневу. З цієї миті упродовж тривалого часу еволюція організмів йшла шляхом створення усе більш складних і різноманітних систем, які контролювали склад атмосфери і містили в собі усе більш великі і високоорганізовані види багатоклітинних.

Проблеми біосфери пов'язані з нинішнім станом довкілля, втім, як і усі інші екологічні проблеми. Стан довкілля все більше змінюється в гіршу сторону, що спричиняє за собою збільшення в об'ємі вже існуючих проблем і виникнення нових, до рішення яких людство ще не готове, оскільки ще не розроблені шляхи рішення старих проблем, а з'являються усі нові (у геометричній прогресії, як і усе інше останнім часом).

Порівняно з екосистемами менших розмірів, біосфера має ряд специфічних рис:

1) біосфера є унікальною, незамінною і неповторною біотичною системою. Дрібних екосистем типу консорції чи біогеоценозу є безліч, вони — взаємозамінні;

2) біосфера відрізняється від інших екосистем практично безмежною тривалістю існування. Час існування інших екосистем обмежений: для індивідуальних консорцій він визначається тривалістю від кількох місяців до сотень і кількох тисяч років, для біогеоценозів — від тисяч до мільйонів років, для екосистем вищих ступенів — до десятків мільйонів років;

3) біосфера зберігає безмежно великий запас генетичної інформації, який накопичувався мільярди років, унаслідок чого ця інформація є практично невичерпною. Запаси інформації підпорядкованих їй екосистем, безперечно, менші хоча б через те, що пам'ять біосфери – це інтегральна пам'ять усіх екосистем Землі;

4) біосфера є найдосконалішою саморегульованою системою з найповнішими механізмами самозахисту від руйнівного впливу зовнішніх космічних і внутрішньопланетних збурень. У процесі еволюції органічного світу в ній виробився не лише ефективний механізм синтезу органічної речовини за рахунок використання сонячної енергії, але й накопичення в атмосфері вільного кисню, формування озонового екрана як одного з найважливіших засобів захисту живого в біосфері. На відміну від біосфери малі екосистеми існують не в ентропійному абіотичному середовищі, а в організованому біотичному середовищі біосфери і захищені від зовнішніх збурювальних впливів не лише своїми внутрішніми механізмами, але й біосферними;

5) на відміну від малих екосистем біосфера характеризується величезними запасами вільної енергії, не лише тієї, що накопичена в сучасних підпорядкованих їй екосистемах, але й вільної енергії, накопиченої екосистемами минулих епох;

6) біосфера вирізняється величезним різноманіттям життєвих форм, видів, внутрішньовидових структур й екосистем, просторовою і функціональною асиметрією, потужними механізмами самозбереження, прогресивного саморозвитку, постійним зростанням організованості та неентропійності і практично незнищеністю.

Тому підходи до аналізу структурно-функціональної суті та еволюції біосфери, критерії і розмірності оцінки цього складного глобального явища мають бути адекватними його обсягові, а не запозиченими з характеристик нижчих ступенів чи рівнів організації.

**Сучасна екологічна ситуація окремих компонентів біосфери.**



Які ж фактори призводять до погіршення стану однієї з найважливіших складових біосфери — *атмосфери*. Людина забруднює атмосферу вже тисячоліттями, проте наслідки вживання вогню, яким він користувався увесь цей період, були незначні. І навіть значне зосередження людей на порівняно невеликій території, як це було в класичній старовині, не супроводжувалося ще серйозними наслідками. Так було аж до початку дев'ятнадцятого століття. Лише за останні сто років розвиток промисловості “обдарував” нас такими виробничими процесами, наслідки яких спочатку чоловік ще не міг собі уявити. Виникли міста-мільйонери, ріст яких зупинити не можна. Усе це результат великих винаходів і завоювань людини.

В основному існують три основні джерела забруднення атмосфери: промисловість, побутові котельні, транспорт. Доля кожного з цих джерел в загальному забрудненні повітря сильно розрізняється залежно від місця.

Зараз загально визнано, що найсильніше забруднює повітря промислове виробництво. Джерела забруднень – теплоелектростанції, які разом з димом викидають в повітря сірчистий і вуглекислий газ; металургійні підприємства, особливо кольоровій металургії, які викидають в повітря оксиди азоту, сірководень, хлор, фтор, аміак, з'єднання фосфору, частки і з'єднання ртуті і миш'яку; хімічні і цементні заводи. Шкідливі гази потрапляють в повітря в результаті спалювання палива для потреб промисловості, опалювання жител, роботи транспорту, спалювання і переробки побутових і промислових відходів.

Атмосферні забруднювачі розділяють на первинні, такі, що поступають безпосередньо в атмосферу, і вторинні. Так, сірчистий газ, що поступає в атмосферу, окислюється до сірчаного ангідриду, який взаємодіє з парами води і утворює крапельки сірчаної кислоти. При взаємодії сірчаного ангідриду з аміаком утворюються кристали сульфату амонію.

Так само, в результаті хімічних, фотохімічних, фізико-хімічних реакцій між забруднюючими речовинами і компонентами атмосфери, утворюються інші вторинні ознаки. Основним джерелом пірогенного забруднення на планеті є теплові електростанції, металургійні і хімічні підприємства, котельні установки, споживаючі більше 70 % твердого і рідкого палива, що щорічно добувається.

**Грунтовий покрив Землі** є найважливішим компонентом біосфери Землі. Саме ґрунтова оболонка визначає багато процесів, що відбуваються у біосфері. Найважливіше значення ґрунтів полягає в акумуляції органічної речовини, різних хімічних елементів, а також енергії. Ґрунтовий покрив виконує функції біологічного поглинача, руйнівника і нейтралізатора різних забруднень. Якщо ця ланка біосфери буде зруйнована, то функціонування біосфери, що склалося, безповоротно порушиться. Саме тому надзвичайно важливе вивчення глобального біохімічного значення ґрунтового покриву, його сучасного стану і зміни під впливом антропогенної діяльності. Одним з видів антропогенної дії є забруднення пестицидами.

*Пестициди як забруднюючий чинник.* Відкриття пестицидів – хімічних засобів захисту рослин і тварин від різних шкідників і хвороб – одне з найважливіших досягнень сучасної науки. Сьогодні у світі на 1 га наноситься 300 кг хімічних засобів.

Проте в результаті тривалого застосування пестицидів в сільському господарстві, медицині (боротьба з переносниками хвороб) майже всюди відрізняється зниження з ефективності внаслідок розвитку резистентних рас шкідників і поширенню «нових» шкідливих організмів, природні вороги і конкуренти яких були знищені пестицидами. В той же час дія пестицидів стала проявлятися в глобальних масштабах. З величезної кількості комах шкідливими є лише 0,3 % або 5 тис. видів. У 250-ти видів виявлена резистентність до пестицидів. Це посилюється явищем перехресної резистенції, що полягає в тому, що підвищена стійкість до дії одного препарату супроводжується стійкістю до з'єднань інших класів.

Надмірне застосування пестицидів (гербіцидів, інсектицидів, дефоліантів) негативно впливає на якість ґрунту. У зв'язку з цим посилено вивчається доля пестицидів в ґрунтах і можливості їх знешкоджувати хімічними і біологічними способами. Дуже важливо створювати і застосовувати тільки препарати з невеликою тривалістю життя, вимірюваного тижнями або місяцями. У цій справі вже досягнуті певні успіхи і впроваджуються препарати з великою швидкістю деструкції, проте проблема в цілому ще не розв'язана.

**Гідросфера.** Вода — найпоширеніша неорганічна сполука на нашій планеті. Вода — основа всіх життєвих процесів. Бере участь у головному рушійному процесі на Землі – фотосинтезі. Вода присутня у всій біосфері: не тільки у водоймах, але і в повітрі, і в ґрунті, і у всіх живих істотах.

У природному стані вода ніколи не вільна від домішок. У ній розчинені різні гази і солі, знаходяться зважені тверді частинки. У 1 л прісної води може міститися до 1 г солей. Велика частина води зосереджена в морях і океанах. На прісні води припадає лише 2 %. Велика частина прісних вод (85 %) зосереджена у льодах полярних зон і льодовиків. Відновлення прісних вод відбувається в результаті кругообігу води.

З появою життя на Землі кругообіг води став відносно складним, так як до простого явища фізичного випаровування (перетворення води в пару) додалися більш складні процеси, пов'язані з життєдіяльністю живих організмів. До того ж роль людини стає все більш значною в цьому вирі.

У світі існує мало регіонів, не порушених проблемами втрати потенційних джерел постачання прісною водою, погіршення якості води і забруднення поверхневих і підземних джерел. Основні проблеми, що негативно впливають на якість води річок і озер, виникають, в залежності від обставин, з різним ступенем гостроти в результаті невідповідного очищення побутових стічних вод, слабого контролю за скиданням промислових стічних вод, втрати і руйнування водозбірних площ, нераціонального розміщення промислових підприємств, збезлісення, безконтрольною залежності системи землеробства і нераціональних методів ведення сільського господарства. Це призводить до вимивання поживних речовин і пестицидів. Порушується природний баланс водних екосистем, і виникає загроза для живих прісноводних ресурсів. За різних обставин на водні екосистеми впливають також проекти освоєння водних ресурсів з метою розвитку сільського господарства, такі, як греблі, схеми перекидання річкових стоків, водогосподарські споруди та іригаційні

проекти. Ерозія, замулення, збезлісення і опустелювання приводять до зростання деградації земель, а створення водосховищ у деяких випадках негативно позначається на водних екосистемах.

Проблеми, пов'язані з водою як найважливішим природним ресурсом, обумовлені не тільки нерівномірним характером розподілу річкового стоку по окремих регіонах і країнах, але і зростанням населення Землі і, отже, зростанням споживання прісної води населенням, промисловістю, сільським господарством і супроводжуваним його антропогенним та техногенним забрудненням всіх компонентів гідросфери. Це призвело до серйозної світової екологічної проблеми – дефіциту чистої прісної води.

Води океану займають дві третини поверхні Землі майже чотирьохкілометровим шаром. Води усіх річок складають 5 % від маси води океану. Океан — колыска життя на Землі і домішка половини існуючих нині типів організмів. Приблизна маса всієї риби, що живе в океані, складає 1 млрд. тонн, а це лише одна тридцять шоста частина всієї біомаси океану.

Для океану, так як і для атмосфери, найбільшу загрозу нині становить забруднення відходами людської діяльності або, інакше кажучи, його швидке отруєння. Багато вчених розглядають океан як добре збалансований єдиний організм, який має механізми захисту своєї температури, хімічного захисту та живих систем. Забруднення блокує діяльність цих механізмів, що призводить до різких кліматичних коливань, які порушують природні ритми життя водних і наземних організмів, призводять до загибелі морських тварин, рослин і мікроорганізмів та в кінцевому рахунку завдають шкоди самій людині.

Нафта та нафтопродукти є на сьогоднішній день найпоширенішим і найнебезпечнішим джерелом забруднення. Тонна нафти покриває здатна покрити тонкою плівкою 12 км акваторії океану і забруднює майже 1 млн. тонн води. А за рік в моря поступає від 6 до 15 млн. тонн нафти. Щорічно гине третина молодих морських організмів, які в декілька разів більше ніж дорослі особини вразливі до несприятливих факторів.

Величезну небезпеку становлять також ядерні та хімічні відходи. В кінці другої світової війни ряд капіталістичних країн викинули в прибережжі Німеччини та Данії більш як 20 тисяч тонн отруйних речовин. В 1970 році поверхня води на тому ж місці покрилась дивними плямами. Але куди більш небезпечним виявилось рішення деяких країн аналогічним чином утилізувати радіоактивні відходи. Небезпека полягає в тому, що якими б безпечними і міцними не були ємності, в яких захороненні відходи, завжди існує небезпека їх розгерметизації внаслідок дії зовнішніх хімічних агентів, великого тиску на морських глибинах, ударів об тверді предмети при штормах та інших причинах.

Окрім того людина – це хижак по відношенню до живого світу океанів. Їх природні багатства, які раніше вважались невичерпними, як виявилось, зовсім такими не є. Єдиним способом боротьби з таким "вбивчим" відношенням до океану є усвідомлення людством його незрівнянної ролі в житті на планеті у цілому.

**Концепція гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у компонентах біосфери.**

В умовах науково-технічного прогресу значно ускладнились

взаємовідносини суспільства з природою. Людина отримала можливість впливати на хід природних процесів, підкорила сили природи, почала опановувати майже всі доступні відновні і невідновні природні ресурси, але разом з тим забруднювати і руйнувати довкілля. За оцінкою Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), із більш ніж 6 млн. відомих хімічних сполук практично використовується до 500 тис. сполук; із них біля 40 тис. мають шкідливі для людини властивості, а 12 тис. є токсичними.

До кінця ХХ ст. забруднення навколишнього середовища відходами, викидами, стічними водами всіх видів промислового виробництва, сільського господарства, комунального господарства міст набуло глобального характеру і поставило людство на грань екологічної катастрофи.

Втручання людини у природні процеси різко зростає і може спричинити зміну режиму ґрунтових і підземних вод у цілих регіонах, поверхневого стоку, структури ґрунтів, інтенсифікацію ерозійних процесів, активізацію геохімічних та хімічних процесів у атмосфері, гідросфері та літосфері, зміни мікроклімату тощо. В історичному плані виділяють декілька етапів зміни біосфери людством, які увінчались екологічними кризами та революціями, а саме:

- вплив людства на біосферу як звичайного біологічного виду;
- надінтенсивне полювання без змін екосистем у період становлення людства;
- зміни екосистем внаслідок процесів, що відбуваються природнім шляхом: випасання, посилення росту трав шляхом випалювання тощо;
- інтенсифікація впливу на природу шляхом розорювання ґрунтів та вирубування лісів;
- глобальні зміни всіх екологічних компонентів біосфери в цілому.

Вплив людини на біосферу зводиться до чотирьох головних форм:

- 1) зміна структури земної поверхні (розорювання степів, вирубування лісів, меліорація, створення штучних водойм та інші зміни режиму поверхневих вод тощо);
- 2) зміна складу біосфери, кругообігу і балансу тих речовин, які її складають (добування корисних копалин, створення відвалів, викиди різних речовин у атмосферу та водойми);
- 3) зміна енергетичного, зокрема теплового, балансу окремих регіонів земної кулі і всієї планети;
- 4) зміни, які вносяться у біоту (сукупність живих організмів) внаслідок знищення деяких видів, руйнування їх природних місць існування, створення нових порід тварин та сортів рослин, переміщення їх на нові місця існування тощо.

Джерела забруднення дуже різноманітні: серед них не тільки промислові підприємства і паливно-енергетичний комплекс, але і побутові відходи, відходи тваринництва, транспорту, а також хімічні речовини, які людина цілеспрямовано вводить до екосистеми для захисту корисних продуцентів і консументів від шкідників, хвороб і бур'янів.

Під забрудненням навколишнього середовища розуміють надходження в біосферу будь-яких твердих, рідких і газоподібних речовин або видів енергії (теплоти, звуку, радіоактивності і т.п.) у кількостях, що шкідливо впливають на

людину, тварин і рослини як безпосередньо, так і непрямим шляхом. Безпосередньо об'єктами забруднення (акцепторами забруднених речовин) є основні компоненти екотопу (місце існування біотичного угруповання): атмосфера, вода, ґрунти. Опосередкованими об'єктами забруднення (жертвами забруднення) є складові біогеоценозу: рослини, тварини, гриби, мікроорганізми. Втручання людини в природні процеси в біосфері, котре викликає небажані для екосистем антропогенні зміни, можна згрупувати за наступними видами забруднень (рис. 1.2):

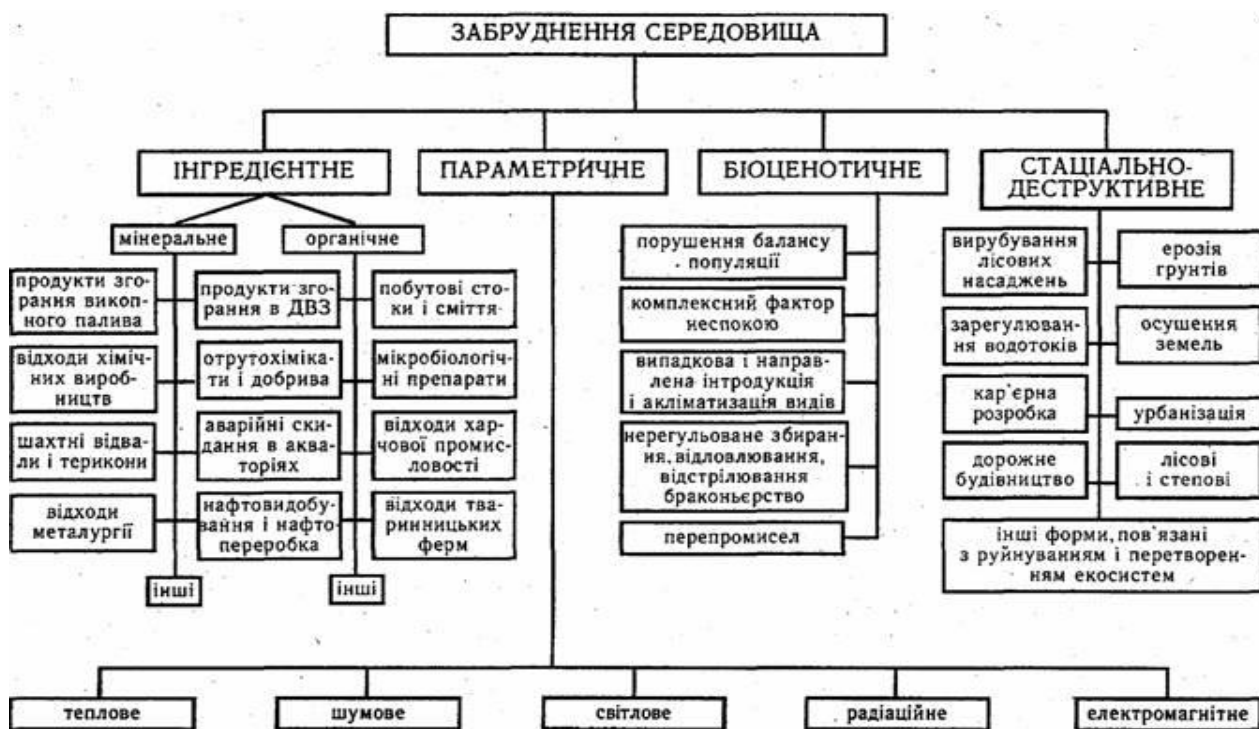


Рисунок 1.2 – Класифікація забруднення екологічних систем (за Г.В.Стадницьким та А. І. Родіоновим)

– *інгредієнтне забруднення* — забруднення сукупністю речовин, кількісно або якісно ворожих природним біогеоценозам (інгредієнт — складова частина складної сполуки або суміші);

– *параметричне забруднення* пов'язане зі зміною якісних параметрів навколишнього середовища (параметр навколишнього середовища – одна з його властивостей, наприклад, рівень шуму, радіації, освітленості);

– *біоценотичне забруднення* полягає у впливі на склад та структуру популяції живих організмів;

– *стаціонально-деструкційне забруднення* (стація — місце існування популяції, деструкція – руйнування) викликає зміну ландшафтів та екологічних систем в процесі природокористування.

Фахівці по різному класифікують забруднення природного середовища, в залежності від того, який принцип беруть за основу класифікації, зокрема – за типом походження, за часом взаємодії з довкіллям, за способом впливу.

За просторовим поширенням (розміру охоплених територій)

забруднення поділяють на:

1. *Локальні забруднення* характерні для міст, значних промислових підприємств, районів видобутку тих або інших корисних копалин, значних тваринницьких комплексів.

2. *Регіональні забруднення* охоплюють значні території й акваторії, що підлягають впливу значних промислових районів.

3. *Глобальні забруднення* частіше всього викликаються атмосферними викидами, поширюються на великі відстані від місця свого виникнення і створюють несприятливий вплив на крупні регіони, а іноді і на всю планету.

За силою та характером дії на навколишнє середовище забруднення бувають: фонові; імпактні (від англ. *impact* – удар; синонім – залпові); постійні (перманентні); катастрофічні.

За джерелами виникнення забруднення поділяють на: промислові (наприклад,  $\text{SO}_2$ ); транспортні (наприклад, альдегіди вихлопів автотранспорту); сільськогосподарські (наприклад, пестициди); побутові (наприклад, синтетичні мийних засобів). За типом походження (рис. 1.3):

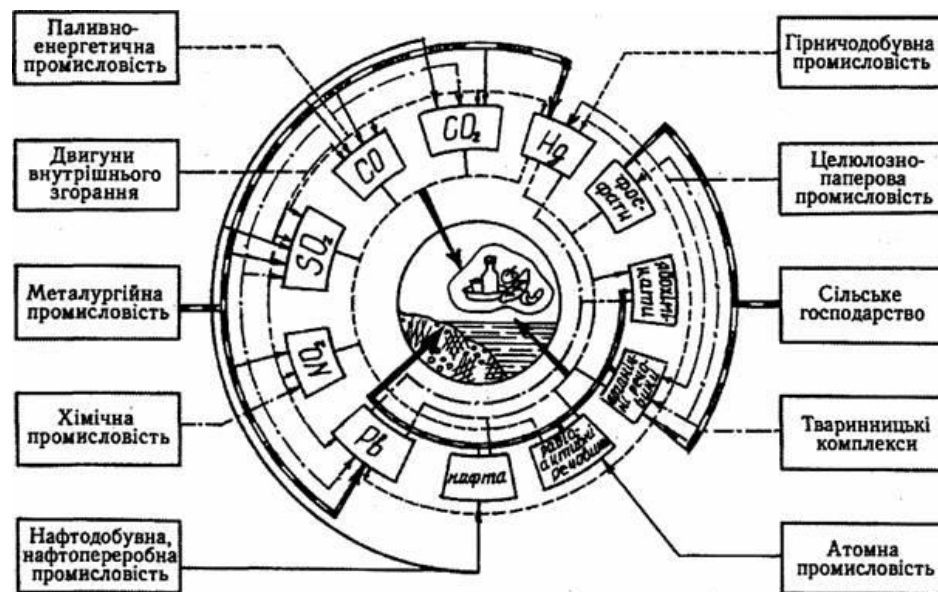


Рисунок 1.3 – Джерела забруднення та основні забруднювачі довкілля.

1. *Фізичні забруднення* – це зміни теплових, електричних, радіаційних, світлових полів у природному середовищі, шуми, вібрації, гравітаційні сили, спричинені людиною.

2. *Механічні забруднення* – це різні тверді частки та предмети (викинуті як непридатні, спрацьовані, вилучені з вжитку).

3. *Хімічні забруднення* – тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи й сполуки штучного походження, які надходять – у біосферу, порушуючи встановлені природою процеси кругообігу речовин і енергії.

4. *Біологічні забруднення* – різні організми, що з'явилися завдяки життєдіяльності людства – бактеріологічна зброя, нові віруси (збудники СНІДу, хвороби легіонерів, епідемій, інших хвороб, а також катастрофічне розмноження

рослин чи тварин, переселених з одного середовища в інше людиною чи випадково).

Біосфера забруднюється твердими відходами, газовими викидами і стічними водами металургійних, металообробних і машинобудівних заводів. Величезної шкоди завдають водяним ресурсам стічні води целюлозно-паперової, харчової, деревообробної, нафтохімічної промисловості (табл. 1.1).

Розвиток автомобільного транспорту призвів до забруднення атмосфери міст і транспортних комунікацій важкими металами і токсичними вуглеводнями, а постійне зростання масштабів морських перевезень викликало майже повсюдне забруднення морів і океанів нафтою і нафтопродуктами. Масове застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин призвело до появи отрутохімкатів в атмосфері, ґрунтах і природних водах, забрудненню біогенними елементами водойм, водотоків і сільськогосподарської продукції (нітрати, пестициди і т.п.). При гірських розробках на поверхню землі витягаються мільйони тонн різноманітних, найчастіше фітотоксичних гірських порід, що утворюють терикони і відвали, що пилять і горять. В процесі експлуатації хімічних заводів і теплових електростанцій також утворюються величезні кількості твердих відходів (недогарок, шлаки, золи і т.п.), що складуються на великих площах, вчиняючи негативний вплив на атмосферу, поверхневі і підземні води, ґрунтовий покрив (пилування, виділення газів і т.п.).

Таблиця 1.1 – Джерела викидів у довкілля

Галузь промисловості	Вид викидів	Вплив на довкілля
Вугільна, металообробна, паперова	Викиди, які містять частки піску, породи та інші механічні домішки	Можуть порушувати природні екосистеми, санітарний режим, замулювати дно та берег
Машинобудівні заводи, підприємства хімічної промисловості	Викиди, що утворюються внаслідок нейтралізації та очищення стічних вод	Довкілля забруднюється солями важких металів, ціанідами, кислотами, токсичними органічними та неорганічними сполуками
Рудозбагачення, вуглезбагачення, шкіряні заводи	Забруднення, які містять мікро- та макроелементи	Забруднення довкілля надмірною кількістю мікро- та макроелементів, в окремих випадках збудниками захворювань; (шкіряні заводи)
Спиртові, цукрові, крохмале-патокові та інші заводи	Забруднення, які містять органічні сполуки рослинного та тваринного походження	Забруднення довкілля органічними сполуками, які легко загнивають, можуть викликати інфекційні захворювання

**Екологічна стандартизація та нормування** являє собою одне з найбільш ефективних засобів охорони природного середовища і раціонального використання природних ресурсів. З його допомогою регулюється допустиме навантаження на екологічні системи і встановлюються межі впливу господарської діяльності на природне середовище.

*Стандарти якості* – це єдині вимоги, правила, нормативи, які визначаються Державними органами до оцінки стану природного середовища і його окремих компонентів, до діяльності підприємств з метою охорони природи, раціонального використання її ресурсів, забезпечення оптимальної якості навколишнього природного середовища на основі поєднання екологічних та економічних інтересів суспільства. Стандарти поділяються: державні; галузеві; регіональні.

Норми, правила і вимоги – носять правовий характер. Органами держстандарту визначаються основні напрями стандартизації навколишнього природного середовища: визначаються терміни; визначаються забруднюючі речовини; класифікація забруднюючих речовин; визначаються показники якості середовища; формулюються правила охорони природи; окреслюють шляхи раціонального використання природних ресурсів.

Стандарти якості навколишнього природного середовища виконують функції: попередження; заборони; відновлення; покарання; стимулювання.

Основою екологічного нормування є розробка гранично допустимих концентрацій (ГДК), гранично допустимих викидів (ГДВ), тимчасово узгоджених викидів (ТУВ) і орієнтовно нешкідливих рівнів впливу (ОНРВ) забруднюючих речовин. Ці нормативи та норми регламентують якість навколишнього середовища і мають велике значення в організації охорони природи.

Систему стандартів поділяють на систему основних і допоміжних стандартів. Основні – встановлюють вимоги, які відносяться до параметрів якості природних об'єктів в цілому.

1) *ГДК (гранично допустимі концентрації)* шкідливих впливів встановлюють порогові величини пилового, газового, теплового, радіоактивного та шумового забруднення навколишнього природного середовища зі шкідливими для здоров'я людини, рослинного та тваринного світу домішками, викидами та відходами виробничих чи господарських процесів.

а) ГДК – максимальна кількість шкідливих речовин в одиниці об'єму чи маси водного, повітряного чи ґрунтового середовища, яка практично не впливає на здоров'я людини (в Україні близько 100 ГДК).

б) ГДН (гранично допустимі навантаження) це граничні значення господарського або рекреаційного навантаження на природне середовище, встановлюється з урахуванням ємкості навколишнього природного середовища, його рекреаційного потенціалу, здатності до відновлення з метою охорони навколишнього середовища від забруднення чи руйнування.

в) ГДЗК (гранично допустимі залишкові кількості) – кількість шкідливих речовин в харчових продуктах та живих організмах, які мають здатність



акумулятиватись в ланках та ланцюгах харчування.

2) Санітарно захисні нормативи використовуються для організації санітарних зон і джерел водопостачання, зелених зон міст, промислових підприємств, курортів і т. д. У всіх випадках, коли потрібно достатньо надійно розділити територіальні ділянки з різними (несумісними) функціями, між ними створюють буферні полоси. Такими виступають захисні зони. При формуванні вони обов'язково повинні відповідати певним нормативам. Наприклад: в містах з населенням менше 10 тис. ч. на 1000 жителів виділяється 50 га лісової площі; в містах з населенням більше 500 тис. ч. – 130 га на тисячу жителів.

3) Вплив на конкретне джерело забруднення регулюється виробничо-господарськими стандартами, які обмежують (лімітують) параметри господарської діяльності конкретного об'єкту з метою екологічної безпеки. Ця група стандартів встановлює нормативи ГДВ (гранично допустимі викиди) в атмосферу, ґрунт, водойми.

а) ГДВ – це об'єм або кількість забруднюючих чи інших речовин, які надходять за одиницю часу в атмосферу, повітря, водойми, ґрунти і перевищення яких призводить до негативних наслідків для середовища.

б) ГДР (гранично допустимі рівні) – вплив на людину факторів навколишнього природного середовища – шуму, вібрації, забрудників, які діють періодично, чи на протязі всього життя і не викликають захворювання і змін стану здоров'я.

в) ГДД (гранично допустимі дози) кількість шкідливих речовин, дія яких не викликає згубних наслідків в організмі.

г) ГДН (гранично допустимі надходження) кількість речовин забрудника, яка надходить на певну площу біоценозу за одиницю часу в кількостях, що не перевищують ГДК.

д) ГДС (гранично допустимі скиди) – нормативна маса забруднюючих речовин, яку дозволяється скидати в водний об'єкт з стічними водами і надалі виводити з нього за одиниці часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті.

Допоміжні стандарти – встановлюють організаційні, правові, термінологічні передумови для розробки та функціонування основних стандартів. Вони є: стандарти екологічної технології; екологічно-організаційні; еколого-правові.

Екологічні норми і правила орієнтовані на досягнення таких основних цілей:

– збереження і забезпечення нормального розвитку довкілля, тобто забезпечення природним об'єктам можливості відтворення середовища для життя людей і всього живого;

– збереження та відновлення ресурсів – захист якості і кількості природних ресурсів, або можливості їх відтворення;

– збереження генофонду і умов для його існування.

Параметри і показники нормування охорони навколишнього середовища встановлюються системою державних стандартів по охороні природи. В даний час діє більш 100 різноманітних стандартів, які регламентують норми охорони

атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, ґрунтів, геологічного середовища, лісових і інших угідь, водної і наземної флори, всіх видів фауни. Ряд норм екологічного контролю визначенні державним законодавством.

### **Екологічні принципи раціонального природокористування.**

Раціональне природокористування має забезпечити повноцінне існування і розвиток сучасного суспільства, але при цьому зберегти високу якість середовища проживання людини. Це досягається завдяки економній експлуатації природних ресурсів і умов та найефективнішому режимові їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів розвитку господарства і збереження здоров'я людей.

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 свідомо виконувати, щоб процес природокористування постійно перебував під суворим контролем і регулювався державою. Реалізація згаданих законів відбувається через дотримання відповідних принципів раціонального природокористування, під якими розуміються певні економічно обумовлені правила поведінки людини і суспільства в природному середовищі. Дотримання принципів раціонального природокористування дозволить розробити заходи з охорони довкілля, відновити порушені взаємозв'язки в екосистемах, запобігти загостренню екологічних ситуацій.

У загальному вигляді принципи раціонального природокористування можуть бути сформульовані так:

#### **1. Принцип «нульового рівня» споживання природних ресурсів.**

Цей принцип використовується в багатьох економічно розвинутих країнах для регулювання споживання первинних переробних ресурсів у державному масштабі. Називається він так через те, що за нульовий рівень береться обсяг первинних природних ресурсів, використаних підприємством за попередній рік, а на наступний – перевищення цього рівня споживання обмежується в державному масштабі чітко визначеним коефіцієнтом (це може бути для певних видів ресурсів 2–7 відсотків). Дотримання коефіцієнта обов'язкове, оскільки з порушника стягується штраф, який може перевищити прибутки підприємства.

#### **2. Принцип відповідності антропогенного навантаження природно-ресурсному потенціалові регіону.**

Дотримання цього принципу дозволить уникнути порушень природної рівноваги завдяки чітко визначеному збалансованому циклові використання і відновлення. Таке порушення законів функціонування природних систем відбувається у двох випадках:

а) за перевищення рівня антропогенного навантаження. Це виражається в надмірній концентрації виробництва. Протягом багатьох років у практиці територіального планування виходили з того, що собівартість виробництва продукції знижується при збільшенні концентрації виробництва. При цьому не лише ігнорувались обмежені відновлювальні властивості природно-ресурсного

потенціалу регіону; часто-густо споживання окремих видів ресурсів виробництвом перевищувало їх наявність. Так виникли регіони гострої екологічної кризи в Україні – в Донбасі, Придніпров'ї, а в Росії – на Уралі, в Поволжі й Кузбасі тощо.

Особливо багато еколого-економічних проблем спричинила концентрація виробництва у великих містах. «Економічність» розраховувалася без обчислення затрат на створення об'єктів необхідної інфраструктури. Часто не брали до уваги те, що вартість інфраструктури у великому місті значно перевищує її створення у малому й середньому. Крім того, не враховувалися затрати на заходи з охорони довкілля від забруднення відходами виробництва. Така практика планування призвела до того, що в усіх великих містах і промислових центрах спостерігається сильне забруднення довкілля відходами виробництва. Через надмірну концентрацію промисловості впровадження природоохоронних заходів перетворюється у велику проблему;

б) за невідповідності спеціалізації виробництва специфіці природно-ресурсного потенціалу. Така невідповідність спостерігається у рекреаційних регіонах України – Криму, Карпатах, де найоптимальніше використання рекреаційних ресурсів сприяло б формуванню рекреаційного комплексу і виробництва, яке його обслуговувало б. Проте розвиток галузей важкої промисловості та інших екологічно небезпечних галузей призвів тут до погіршення якості повітря, питної води і навіть деяких мінеральних джерел.

3. Принцип збереження просторової цілісності природних систем у процесі їх господарського використання.

Цей принцип впливає з найважливіших закономірностей взаємопов'язаності змін компонентів природи під впливом антропогенної діяльності. Вплив людини на окремі компоненти природи та окремі види ресурсів не обмежується змінами лише в них. Зміни одного з компонентів природної системи призводять до змін в інших, а іноді – до зміни якості екосистеми в цілому. Прикладом може служити осушення боліт в областях Українського Полісся, після чого змінилися якості багатьох екосистем: рілля виявилася підтопленою, висохли малі річки тощо.

4. Принцип збереження природообумовленого кругообігу речовин у процесі антропогенної діяльності.

Природний ресурс, що видобувається людиною з природних систем, пройшовши, врешті-решт, цикл «ресурс-виробництво-споживання», знову повертається у вигляді відходів в екосистеми. Якщо це повернення наближається до природного кругообігу, воно не завдає шкоди природі, природна речовина поступово асимілюється.

Сутність принципу зводиться не тільки до того, щоб технологічні процеси конкретних виробництв обмежувалися циклічністю, а й щоб циклічні процеси являли послідовний ряд стадій виробництва, пов'язаних між собою чи комплексністю переробки сировини, чи постадійним її використанням.

Порушення цього принципу призвело до утворення великої кількості відходів, які не включаються в природний кругообіг речовин і змінюють властивості багатьох екосистем у регіоні. Академік Б. М. Ласкорін

запропонував спеціальний термін «техногенні родовища», підкреслюючи, що у відвалах і «хвостах» збагачувальних фабрик, у стічних водах є значна кількість важливих елементів, запаси яких можна зіставляти з природними родовищами.

#### 5. Принцип погодження виробничого і природного ритмів.

Динаміка біосфери в часі має ритмічний характер. Принцип ритму – один із тих принципів, що властивий усьому Всесвітові.

Подібне погодження дотримується в сільськогосподарському виробництві, де ритмічно функціонують сировинні й переробні ланки АПК. Цим принципом часто нехтували під час спорудження ГЕС на рівнинних ріках, не беручи до уваги, що періодичність падіння рівня води позначається на роботі не лише ГЕС, а й підприємств, які споживають енергію.

Принцип погодження виробничого і природного ритмів впливає з того, що будь-яка екосистема і кожний її компонент підпорядковується своєму часовому ритмові. Для того щоб екосистема зберігала рівновагу, необхідно, щоб загальна швидкість її внутрішніх процесів керувалася найповільнішою її ланкою, оскільки будь-який антропогенний вплив, який змушує котрусь частину циклу працювати швидше, ніж працює вся екосистема, призведе до порушення стабільності екосистеми.

Циклічна ритмічність природних процесів веде до їх повторюваності, що дозволяє враховувати багато процесів у перспективному плануванні, погоджуючи належним чином у часі діяльність господарських підрозділів.

6. Природні процеси, що перебігають у часі, визначаються факторами як короткочасними, так і тривалої дії. Звідси впливає необхідність їх урахувати і в поточній і в перспективній виробничій діяльності. Тому необхідним є дотримання такого принципу природокористування, як пріоритетність екологічної оптимальності на довгострокову перспективу відносно економічної ефективності поточного природокористування, а надто з огляду на те, що у сфері природокористування всі негативні екологічні наслідки господарської діяльності незворотні. Особливо чітко незворотність життєвих процесів простежується на живих організмах, у яких В. І. Вернадський визначав асиметрію на відміну від симетрії неживої матерії. Втрата того чи іншого генотипу невідновлювальна, еволюційний процес відбувається за своїми законами, згідно з якими кожний живий організм є кільцем в еволюційному ланцюзі.

Відвернення негативних наслідків у віддаленій у часі перспективі є особливо складним завданням. Дотримання принципів раціонального природокористування доцільно в усіх регіонах незалежно від ієрархічного рівня. Збереження спільної екологічної рівноваги можливо за умови збереження рівноваги природних систем окремих регіонів і навпаки. Крім того, проблема раціонального природокористування не може бути вирішена тільки в регіональних і навіть в загальнодержавних межах. Це глобальна проблема, вона властива всій планеті.

Принципи раціонального природокористування є правилами, яких варто дотримуватись у системі взаємовідносин суспільства і природи. Дотримання базових принципів раціонального природокористування дозволить зберегти

природно-ресурсний потенціал України, мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, не допустити подальшого його забруднення та знизити рівень техногенного навантаження. На основі визначення сутності раціонального природокористування базовими його принципами можна назвати наступні:

1) Адекватний (також науковці застосовують термін «нульовий») рівень споживання природних ресурсів, що передбачає досягнення максимального економічного ефекту не за рахунок кількості спожитих ресурсів, а за рахунок якості та глибини їх переробки. Іншими словами дане правило можна назвати принципом ресурсозбереження;

2) Відповідності антропогенного навантаження природно-ресурсному потенціалу регіону, ПРП повинен мати можливості для регенерації та самовідновлення в просторі і часі;

3) Збереження просторової цілісності природних систем у процесі їх господарського використання та природно обумовленого кругообігу речовин у процесі антропогенної діяльності. Тут працює правило: порушення одного з компонентів ПРП обов'язково призведе до змін усіх інших його складових;

4) Пріоритетність екологічної оптимальності на довгострокову перспективу під час визначення – економічної ефективності поточного природокористування та погодження виробничого і природного ритмів (принцип базується на засадах сталого розвитку);

5) Існує нагальна потреба посилення державного та громадського контролю за дотриманням природоохоронного законодавства. Пріоритетним завданням має бути створення "екологічно лояльних" інституціональних правил господарювання. В основу економічного механізму компенсації екодеструктивного впливу, виходячи з концепції збалансованого розвитку, слід покласти відомий принцип "забруднювач платить".

Вище зазначені принципи підсилюються загальносуспільними правилами природокористування й передбачають послідовний розвиток наукових засад охорони навколишнього середовища та раціонального використання його ресурсів на основі планованості, пропорційності, оптимальності.

Планованість використання природних ресурсів – це економічна функція держави по управлінню і регулюванню екологічних та економічних відносин і пропорцій. Така функція передбачає, як розробку і виконання системи взаємопов'язаних показників, так і дійовий контроль за їх реалізацією.

Пропорційність означає погодженість у використанні природних ресурсів, як за територією, так і за галузями національного господарства, виключення порушень природних взаємозв'язків у навколишньому природному середовищі.

Оптимальність у використанні природних ресурсів – це досягнення найкращого варіанта взаємовідносин суспільства з навколишнім середовищем.

В основі наукових засад раціонального природокористування та природоохоронної діяльності лежать принципи екологічної безпеки, основними з яких є:

– пріоритетність вимог екологічної безпеки при здійсненні господарської,

управлінської та іншої діяльності; гарантування державою екологічно безпечного середовища для життя та здоров'я людей;

- запобіжний характер заходів з охорони навколишнього природного середовища;

- забезпечення екологізації матеріального виробництва на основі широкого використання новітніх технологій, відтворення природних ресурсів, комплексного вирішення питань охорони довкілля;

- збереження різноманітності та цілісності природних об'єктів і комплексів;

- науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства, визначення впливу господарської діяльності на довкілля;

- підвищення відповідальності за негативний вплив на навколишнє середовище;

- широке міжнародне співробітництво в питаннях охорони навколишнього природного середовища.

Дотримання принципів раціонального природокористування вимагає створення відповідних передумов. Фундамент раціонального природокористування закладається діями влади, які мають бути спрямовані на забезпечення участі громадськості у прийнятті рішень щодо поводження з природними ресурсами, подолання диспропорцій економічного розвитку, стимулювання створення ефективного виробництва на основі ресурсозберігаючих та ресурсовідновлювальних технологій тощо.

Чинним природоохоронним законодавством передбачені пріоритетні напрями відтворення та раціонального використання природних ресурсів. Їх реалізація повинна здійснюватися на національному, регіональному та об'єктному рівнях шляхом постійного й послідовного вирішення поточних і перспективних питань екологічної безпеки, охорони довкілля, розвитку та вдосконалення, відповідно до стандартів ЄС, законодавчої бази, застосування дієвих економічних інструментів.

До пріоритетних напрямів належать: гарантування екологічної безпеки ядерних об'єктів і радіаційного захисту населення та довкілля, мінімізація впливу наслідків аварій на промислових об'єктах: поліпшення екологічного стану річок та якості питної води; стабілізація і поліпшення екологічної ситуації в містах і промислових центрах (особливо Донецько-Придніпровського регіону); запобігання забруднення Чорного та Азовського морів, поліпшення їх екологічного стану; формування збалансованої системи природокористування та екологізації технологій у промисловості, енергетиці, будівництві, сільському господарстві, на транспорті; будівництво нових та реконструкція діючих потужностей очисних каналізаційних споруд; підвищення безпеки проживання населення в сейсмонебезпечних районах; збереження біологічної та ландшафтної різноманітності, розвиток природно-заповідної справи.

Об'єктами охорони навколишнього природного середовища є: природні ресурси (земля, надра, вода, атмосферне повітря, ліс, тваринний світ тощо); ландшафти та інші природні комплекси; території та об'єкти природно-

заповідного фонду; здоров'я і життя людей; природне середовище як сукупність природних і природно-соціальних умов і процесів.

Пріоритетами вдосконалення наявного економіко-екологічного механізму регулювання природокористування та природоохоронної діяльності в Україні є:

1) підвищення нормативів екологічних зборів за забруднення навколишнього середовища та використання природних ресурсів до рівня, що практикується в економічно розвинутих країнах; приведення системи технічного та технологічного регулювання у відповідність із міжнародними стандартами щодо екологічних вимог до якості продукції;

2) введення обов'язкового екологічного страхування правової відповідальності власників потенційно небезпечних об'єктів у зв'язку з необхідністю відшкодування збитків манну та здоров'ю третіх осіб, обумовленого негативним впливом промислової діяльності на якість навколишнього природного середовища;

3) формування регіональних економіко-екологічних кластерів, у межах яких контроль за рівнем негативного впливу на довкілля побудовано на принципі «мильної кульки», тобто введенні міжнародної практики продажу прав на забруднення;

4) розробка і затвердження законопроектів щодо заборони поховання електротехнічних відходів, перенесення відповідальності за фінансування і створення систем з їх рециклінгу на виробників та продавців, введення пільгового режиму інвестиційної діяльності у сфері поводження з відходами.

### **Глобальні екологічні проблеми. Екологічний імператив**

Сучасні глобальні екологічні проблеми є результатом зіткнення між техносферою і біосферою, – зіткнення, в якому техносфера відіграє активну, агресивну роль. Якщо користуватися екологічною термінологією, то мова, по суті, йде про процес конкурентного витискання біосфери техносферою, кількісної експансії людської цивілізації. Йде швидка техносферная окупація планети. Оскільки техносфера і біосфера знаходяться в постійній взаємодії, їх суму можна представити як єдину систему – екосферу. Саме людство, ресурси і продукти його виробництва справляють серйозний вплив на процеси, що протікають в екосфері, втручаються в природний кругообіг, змінюючи його збалансованість і гармонійність. Автор терміна Л. Кол (Cole, 1958) назвав екосферою сукупність всього живого на Землі разом з її оточенням і ресурсами.

В. І. Вернадський (1944) писав: «Людство як жива речовина безперервно пов'язане з матеріально-енергетичними процесами певної геологічної оболонки Землі – з її біосферою. Воно не може фізично бути від неї незалежним ні на одну хвилину».

Але «жива речовина» людей і невіддільне від людського матеріального виробництва, і від створеною людиною технічною цивілізацією. Разом вони утворили «критичну масу» екосфери на поверхні планети. До такого розуміння прийшов і Н.Ф. Реймерс (1994), який визначив глобальну екологію як екосферологію: «...глобальна екологія виходить за межі біосфери, вивчаючи всю екосферу планети як космічного тіла».

Для посилення інтегративного підходу до розгляду кола екологічних

проблем як центрального об'єкта вивчення - виступає глобальна екосфера Землі, в якій відбуваються основні взаємодії сучасної біосфери, соціосфери і техносфери.

Отже, екосфера — це єдина система взаємодії сучасної біосфери, соціосфери і техносфери:

Екосфера = Сучасна біосфера + Соціосфера + Техносфера.

Екосфера постає як арена взаємодії людини та природи, на якій зосереджені всі сучасні екологічні проблеми та колізії. Сучасна екологія (макроекологія) стає вченням про екосферу.

Глобальні екологічні проблеми традиційної екології. Один з об'єктивних наслідків НТР – підвищення техногенного пресингу людства на природне довкілля та виникнення на цій основі низки проблем, що отримали назву глобальних від лат. *globus* – «куля» (мається на увазі земна куля). Суть таких проблем органічно поєднує в собі дві основні сторони. По-перше, вони стосуються не окремих країн або континентів, а всієї планети. По-друге, саме тому розв'язуватися вони можуть лише об'єднаними зусиллями всього світового співтовариства; можливості будь-якої окремої держави, навіть наймогутнішої, у цьому випадку недостатні. Саме такими є всі проблеми екології та виснаження природних ресурсів.

Змістова багатоманітність глобальних проблем дає підставу для певної їх класифікації. За І. Т. Фроловим, вони поділяються на три основні групи – інтерсоціальні, антропосоціальні та природно-соціальні.

Ті негативні для природи і самої людини наслідки антропогенної діяльності, що виявились в останні роки, примушують пильніше вдивитися в систему екологічних взаємовідносин, замислитися над проблемою їх гармонізації. Чому мова повинна йти саме про гармонію людини з природою, і недостатньо говорити, наприклад, тільки про їх єдність? Справа в тому, що внаслідок своєї об'єктивної діалектичності суперечлива єдність людини з природою має місце і на тих етапах їх взаємовідносин, коли ці відносини загострені, як, наприклад, в цей час. Разом з тим потреба виходу з справжнього кризового стану викликає необхідність становлення особливої форми єдності людини і природи, яка і забезпечила б це.

Таким чином, екологічні потреби також давні, як і потреби людини в їжі, одягу, житлі і т. д. На протязі всієї попередньої історії їх задоволення відбувалося автоматично і люди були переконані, що повітрям, водою і ґрунтом вони забезпечені в достатку на всі часи. Протверезіння наступило лише декілька десятиріч назад, коли в зв'язку з наростанням загрози екологічної кризи став все гострішим відчуватися дефіцит чистого повітря, води і ґрунтів. Сьогодні всім ясно, що здорове навколишнє середовище не менш значуще, ніж матеріальні і духовні потреби.

Починаючи з 1968 р. помітну роль в усвідомленні цього класу проблем відіграла діяльність Римського клубу. Продовжуючи і розвиваючи гуманістичні традиції європейської культури минулих епох, його організатор та багаторічний керівник Ауреліо Печчеї цілком визначено пов'язував успішність розв'язання таких проблем з найкращими якостями людини.



Великою мірою формування глобалістики було пов'язане з усвідомленням та дослідженням сучасної екологічної кризи. Найважливішими її ознаками є:

- невпинно зростаюче забруднення природного середовища антропогенними та техногенними відходами (зокрема радіоактивними), наслідком чого є руйнування природних біогеоценозів, коли природа не встигає самовідновлюватись;

- зростаюче отруєння повітря, води, ґрунтів, усього живого (включаючи й саму людину);

- скорочення біологічного різноманіття Землі внаслідок знищення та вимирання не просто окремих популяцій, а й цілих видів тварин і рослин;

- виснаження природних ресурсів – мінеральних, сировинних, енергетичних, продовольчих тощо;

- скорочення площі родючих земель;

- перенаселеність планети, її нездатність задовольняти потреби людства в умовах демографічного вибуху;

- скорочення площі лісів, погіршення їх біологічного стану;

- забруднення та зникнення природних водоймищ;

- виснаження озонового шару атмосфери (а отже, зростання радіаційної небезпеки для всього живого);

- нагромадження несприятливих генетичних змін в організмі людини та у генофонді соціуму;

- порушення енергетичного балансу планети;

- несприятлива та необоротна зміна клімату Землі (потепління внаслідок накопичення в атмосфері вуглекислого газу та «парникового ефекту»), небезпека танення полярних вічних льодів і затоплення великих територій суходолу;

- почастішання деструктивних стихійних процесів на поверхні Землі та в її надрах – землетрусів, повеней, обвалів, зсувів ґрунту, розширення ярів, карстових пустот тощо.

Лише у своїй системній єдності всі ці сторони екологічної кризи можуть досить повно характеризувати сучасний етап взаємодії людини та природи. Коріння цієї кризи простежуються вже в минулому, коли надмірна інтенсифікація природокористування призводила до перевищення меж допустимої дії людини на природні комплекси. Негативні екологічні наслідки діяльності людей почали проявлятися ще в стародавні часи, коли наступ цивілізації був причиною деградації природи в тому чи іншому регіоні. Відомо, наприклад, що саме під впливом суспільства на місці тропічних лісів півночі Африки колись з'явилися піски Сахари. Проте довго негативний вплив людей на природне довкілля мав зазвичай локальний характер – це відповідало обмеженим технологічним можливостям людини. З розвитком промисловості та поглибленням індустріалізації обжитої частини планети стан справ докорінно змінювався. І природно, що апогеєм у цьому стала ера НТР.

Погіршення стану більшості екосистем біосфери, значне зменшення біопродуктивності і біорізноманіття, катастрофічне виснаження ґрунтів і мінеральних ресурсів при одночасному небаченому зростанні забруднення всіх

геосфер пов'язані з інтенсивним зростанням населення Землі та розвитком науково-технічної революції протягом останніх 40-50 рр. До розвитку глобальної екологічної та соціально-економічної кризи, яка сьогодні загрожує існуванню нашої цивілізації призвели кілька “вибухів”: демографічний, промислово-енерготехнічний, вибух насильства над природою.

Вчений Р. Маккамари припускав, що на початку XXI ст. населення планети щорічно збільшуватиметься на 100 млн., причому 90 % з них – за рахунок країн, що розвиваються. У 1650 р. чисельність населення світу становила близько 500 млн чоловік, протягом наступних 200 р. вона збільшилась вдвічі, і ще раз удвоє зросла уже всього за 80 наступних рр.; у 1975 р. кількість населення Землі досягла 4 млрд. чоловік. Протягом хвилини населення світу збільшується на 172 чол. Це означає, що кожного тижня до населення Землі додається 1,7 млн людей – стільки, скільки мешкає сьогодні в таких містах України, як Запоріжжя, Вінниця, Житомир, разом узятих.

Згідно з підрахунками ООН чисельність населення Землі досягла 7,3 мільярдів осіб (2016 р.). Прогнозні оцінки показують, що у найближчому майбутньому чисельність населення продовжуватиме зростати. А до 2100 р. чисельність населення становитиме 9–13 млрд чол., хоча для всіх цих людей природних ресурсів і можливостей біосфери для підтримки життя буде вже абсолютно недостатньо.

На країни, що розвиваються, припадає 80 % приросту населення, в розвинених країнах він не перевищуватиме і 1 %.

Добробут людей тісно пов'язаний зі збільшенням кількості населення, розвитком господарства й станом довкілля.

Вченими підраховано, що сучасна біосфера Землі здатна підтримати нормальне функціонування і розвиток людства, кількість якого не перевищуватиме 4-5 млрд чол., та ще й за умов оптимального розподілу національних прибутків, взаємодопомоги, взаємопідтримки, і взаєморозуміння націй, ефективного використання загальнолюдського інтелекту для забезпечення всіх людей планети, раціонального, природокористування і охорони довкілля.

Нерегульоване примноження населення веде до зростання енерго- та промислового виробництва і як наслідок — зростання забруднень довкілля, утворення кислотних дощів, озонових дір, парникового ефекту, хвороби, зубожіння більшості населення.

Людина — володар, споживач, але який споживач? Раціональний, розумний, дбайливий? Якщо ти розумний споживач, то ти не тільки будеш забирати щось, але й обов'язково будеш це повертати, якимось компенсувати витрачене, бо воно не бездонне. Старі люди знають, що ніколи не треба повністю вичерпувати колодязь. Треба залишити трохи води, і, з часом, колодязь знову стане повним. Природа працює за тим самим принципом.

Але споживацька свідомість сильніша: треба відібрати у природи усе, не зважаючи на негативні наслідки такого природокористування. Треба забезпечити себе сьогодні, а про майбутнє подбають нащадки. Нема чого хвилюватися, бо ж природні ресурси невичерпні.

Ось яка вона, людина сучасності: нераціональний та егоцентричний користувач, впевнений у нескінченності природних ресурсів. Але вже зараз доведено, що всі ресурси вичерпні, навіть ті, які колись такими не вважалися.

Тому й годі сподіватися, що людина з такою свідомістю буде замислюватися над негативними екологічними наслідками своєї діяльності.

На жаль, будь-яка діяльність людини так чи інакше пов'язана з забрудненням навколишнього середовища. Людство вже з початку свого існування поступово нарощувало свій антропогенний тиск на природу, а в останні 80 - 100 років цей тиск досяг максимуму. Суспільство вже досить довго балансує на межі екологічної катастрофи нечуваних масштабів, лише якимось дивом уникаючи останньої.

Навколишнє середовище, а особливо його головний компонент — геологічне середовище (верхня частина літосфери, в межах якої формується мінеральна основа біосфери), інтенсивно змінюється. Техногенний тиск людини з часом все збільшується і набуває все ширшого просторового діапазону, від нижнього прошарку атмосфери до проникнення в літосферу на десятки кілометрів в глибину. Геологічне середовище виступає в ролі "депо" забруднюючих речовин, а його складові: ґрунти, породи зони аерації та мінерального живлення рослин, донні відклади, гірські породи, поверхневі та підземні води накопичують забруднюючі речовини у різних формах і з часом фіксують антропогенні зміни довкілля. Зростаючий техногенний тиск діяльності людини викликає неухильне погіршення екологічних параметрів довкілля. В першу чергу, це погіршення формується внаслідок щорічного надходження в атмосферу, поверхневі водойми, ґрунтові води, ґрунти повітряних викидів промислових підприємств та теплових електростанцій, стоків промислових вод. Потужним джерелом погіршення еколого-геохімічної обстановки є хімізація земель при сільськогосподарській діяльності, що зумовлює надходження нітритів і пестицидів навіть у підземні води. Значні зміни відбуваються під впливом площинних інженерних систем, якими є промислово-міські агломерації та територіально-виробничі комплекси. Масштабне порушення рівноваги верхнього шару порід літосфери відбувається під впливом гірничих робіт, промислової та міської забудови, надлишкового зарегулювання поверхневого стоку. Утворення водосховищ промислових вод призводить до накопиченням величезних водних мас, що, в свою чергу активізує розвиток таких екзогенних процесів, як зсуви, осідання і провали, підтоплення та ін.

Таким чином, забруднення навколишнього середовища є результатом антропогенної діяльності людини і знаходиться в прямій залежності від розвитку певних галузей промисловості та сільського господарства країни.

Військова справа і виробництво зброї в розвинених країнах є найжадібнішим споживачем природних ресурсів і одним із найсерйозніших забруднювачів довкілля. Для задоволення своїх зростаючих потреб і збільшення комфортності існування людство розвинуло до незвичайно високого рівня енергетику, хімічну, нафтопереробну, металургійну, гірничо-видобувну, машинобудівну і легку промисловість, транспорт і засоби зв'язку.

Близько 500 млн. автомобілів щорічно викидають в атмосферу Землі 400

млн. т. оксидів вуглецю, понад 100 т. вуглеводів, сотні тисяч тонн свинцю. Промислові підприємства, теплові електростанції, засоби авто- і автотранспорту щорічно спалюють понад 5 млрд. тон вугілля, нафти і більше трильйона кубометрів газу. А в природні водойми щорічно спускається близько 500 млрд. тон промислових і побутових стоків, у тому числі кілька млн. тонн нафти. Щорічно в промисловому виробництві утворюється 2100 млн. тонн твердих відходів, із них 338 млн. тонн потенційно небезпечні.

Вчені стверджують, що у наступні 20–30 років через зміни в навколишньому середовищі, спричинені людською діяльністю, світ може втратити більше мільйона видів рослин і тварин.

За даними ООН, близько 900 млн. чол. проживають у посушливих зонах нашої планети, землі яких зазнають негативного впливу явища опустелювання.

Охорона природи повинна стати моральною категорією і користуватись пріоритетом за будь-яких політичних ситуацій і компромісів.

Отже, як бачимо, такі явища, як опустелювання, деградація ґрунтів, деградація біосфери і зменшення її біорізноманіття, збільшення кількості кислотних дощів, розвиток парникового ефекту та поява озонових дір у атмосфері, тобто глобальні негативні кліматичні й біологічні зміни розвиваються під впливом неконтрольованої, неузгодженої з законами життя природи антропогенної діяльності. Чим активніша ця діяльність, тим сильніша зворотна реакція Природи, яка відплачує людям за їх бездумне втручання у віками налагоджений ритм і режим життя біосфери. Яскравим прикладом можуть бути регіони великих міст промислових і енергетичних центрів, де за комфорт існування люди розплачуються хворобами, стресами, неповноцінними дітьми, скороченням тривалості життя. Величезна кількість отруйних речовин виноситься поверхневими і ґрунтовими водами в ріки, звідки – в моря й океани. До них додаються забруднювачі, що переносяться вітрами. У результаті в багатьох прибережних районах Європи, Азії, Америки, Африки значно погіршилися екологічні умови, зменшилась кількість риби, молюсків, планктону, птахів, збільшилась кількість захворювань людей, почастишали явища «червоних» припливів, «цвітіння» води, що приносить із собою загибель усього живого від нестачі кисню і створюють все більші «мертві зони».

Хижацький вилов риби у Світовому океані й внутрішніх морях призвів до катастрофічного зменшення рибних запасів в усьому світі, до повного зникнення деяких найбільш цінних видів риби.

Дуже швидкими темпами деградують ґрунти в усьому світі. Як відомо, для утворення родючого ґрунту потрібні тисячі, а то й мільйони років. А сучасна людина здатна зруйнувати ґрунт за 1–2 роки.

Протягом останнього століття енергоспоживання зросло у 1000 разів. Обсяг вироблених товарів та послуг подвоюється кожні 15 років. Але якою ціною це досягається? Щорічно на кожного жителя розвинутих країн береться з природи близько 30 тонн речовини різних видів, і лише 1–1,5 % цієї маси набирає форми споживаного продукту, решта ж – відходи, причому найчастіше – шкідливі для природи, особливо для всього живого. Інакше кажучи, нині людина виступає в ролі ненажерливого хижака, що безжалісно та бездумно

нищить природу, в якій живе і є її невід'ємною частинкою.

**Екологічний імператив.** Осмислення цієї драматичної ситуації об'єктивно породило екологічний імператив сучасності (від лат. *imperativus* – владний, наказовий): якщо людство хоче вижити, йому необхідно докорінно та негайно змінити свій спосіб життя, характер взаємодії з природним довкіллям. Цей історичний, справді доленосний наказ людству дає саме життя, адже альтернативою тут може бути лише загибель (свого роду самогубство світової спільноти як наслідок систематичного та успішного «рубання гілки, на якій всі ми сидимо»). Саме ж поняття екологічного імперативу (в його конкретній мовній оболонці) є очевидним аналогом іншого, добре відомого у філософській теорії категоричного Імперативу І. Канта, вічного морального закону, наказу, що завжди звучить у людській душі, вимагаючи від людини діяти певним чином, робити одне та не робити іншого.

Для того, щоб екологічний імператив став справжнім надбанням найширших верств населення Землі, надійним дороговказом в їх житті та діяльності, необхідною є екологізація світогляду членів суспільства, тобто наповнення його сучасним екологічним змістом та відповідною спрямованістю думок і помислів. З цим органічно пов'язані екологічне виховання людей та цілеспрямоване формування екологічної свідомості як надзвичайно важливої нині площини та форми індивідуальної і суспільної свідомості. Проте сферою свідомості, духовним світом людей суть проблеми, безперечно, не вичерпується – необхідна не лише певна спрямованість думок і прагнень, а й неодмінно ще й практична діяльність із втілення цих думок і планів у життя. Отже, на порядку денному сучасного етапу діяльності людства стоїть екологізація соціальної практики в усіх її можливих проявах.

Усі ці масштабні процеси неможливі без всебічної та вірогідної екологічної інформації, яку суспільству може надати лише наука. Доба НТР переконливо довела, що можливості соціуму в його взаємодії з природним довкіллям аж ніяк не обмежуються біологічною природою людини, і об'єктом дослідження специфічної, соціальної екології стають соціоекосистеми, які органічно об'єднують дві площини життя людини – суто природну та соціальну. І саме ця обставина сприяла тому, що у сучасному суспільстві слово “екологія” добре відоме не тільки вузькому колу вчених-біологів. Коли йдеться про екологічну свідомість, сучасний екологічний імператив або ж екологізацію світогляду і практики людства, ці важливі поняття слід сприймати крізь призму проблематики насамперед соціальної екології, а не загальної, яка є її історичним фундаментом.

Як зазначав І. Франко, «земля, на якій живе якийсь народ, являється підставою його життя, джерелом його добробуту, отже природна річ, що кожний народ, дбалий про свою будучину, повинен поперед усього дбати про свою землю, про розумний та економічний визиск, але не винищення її природних багатств, і про такий устрій суспільного загосподарювання, який давав би досить широку раму для поміщення всіх членів народу...».

В умовах невпинного загострення екологічної кризи і глобальних проблем сучасності закономірно виникла ідея сталого розвитку людства, всієї

планети – як єдиної можливої альтернативи небезпеці глобальної катастрофи.

### ? Питання для самоконтролю:

1. Біосфера – це... Біосфера охоплює...
2. Охарактеризуйте вчення В. І. Вернадського про біосферу.
3. Під впливом яких сил формується еволюція біосфери?
4. Які специфічні риси порівняно з екосистемами менших розмірів притаманні біосфері?
5. Які ж факти призводять до погіршення стану однієї з найважливіших складових біосфери – атмосфери?
6. Як розділяють атмосферні забруднювачі?
7. Як впливає на якість ґрунту надмірне застосування пестицидів?
8. Які наслідки може спричинити втручання людини у природні процеси?
9. Які основні чинники негативно впливають на якість гідросфери?
10. На що впливає втручання людини у природні процеси?
11. Які етапи зміни біосфери людством можна виділити?
12. Які джерела викидів у довкілля ви можете назвати?
13. Як згруповують забруднення за видами?
14. За просторовим поширенням (розміру охоплених територій) забруднення поділяють...
15. Якими бувають забруднення за силою та характером дії на довкілля?
16. Як класифікують забруднення за типом походження?
17. Які функції виконують стандарти якості навколишнього природного середовища?
18. Що є основою екологічного нормування?
19. Що має забезпечити раціональне природокористування?
20. Як можуть бути сформульовані у загальному вигляді принципи раціонального природокористування?
21. Що дозволить зберегти дотримання базових принципів раціонального природокористування?
22. На основі визначення сутності раціонального природокористування базовими його принципами можна назвати наступні...
23. Оптимальність у використанні природних ресурсів – це...
24. Які принципи лежать в основі наукових засад раціонального природокористування та природоохоронної діяльності?
25. Що є пріоритетами вдосконалення наявного економіко-екологічного механізму регулювання природокористування та природоохоронної діяльності в Україні?
26. Що таке екосфера?
27. Які дві основні сторони органічно поєднує в собі суть глобальних екологічних проблем?
28. Які найважливіші ознаки сучасної екологічної кризи?
29. Сформулюйте екологічний імператив.

## 2 КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

### 2.1 Основні поняття сталого розвитку

Існуючий підхід до концепції сталого розвитку вироблявся протягом кількох десятиліть. У виникненні та розробці концепції сталого розвитку сприяла діяльність, що проводилася у межах Римського клубу. Великий поштовх у цьому напрямі дала гучна робота «Межі зростання», повернувши саме широке увагу до глобальних екологічних проблеми.

Автором інноваційної економічної теорії сталого розвитку, системно висвітленої в монографії «Поза зростанням: економічна теорія сталого розвитку» (англ. «*Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development*», 1980), є провідний дослідник економічних аспектів забруднення довкілля, колишній економіст Світового банку Герман Дейлі. Спираючись на визначення Комісії ООН та науковий аналіз, Г. Дейлі логічно тлумачить термін «сталий розвиток» як означення гармонійного, збалансованого, безконфліктного прогресу всієї земної цивілізації, груп країн (регіонів, субрегіонів), а також окремо взятих країн нашої планети за науково обґрунтованими планами (методами системного підходу), коли в процесі неухильного інноваційного інтенсивного (а не екстенсивного) економічного розвитку країн одночасно позитивно вирішується комплекс питань щодо збереження довкілля, ліквідації експлуатації, бідності та дискримінації як кожної окремо взятої людини, так і цілих народів чи груп населення, у тому числі за етнічними, расовими чи статевими ознаками.

В 1980-х рр. почали говорити про екорозвиток, розвиток без руйнування, необхідність стійкого розвитку екосистем. «Всесвітня стратегія охорони природи» (ВСОП), прийнята в 1980 р. за ініціативою ЮНЕП, Міжнародного союзу охорони природи (МСОП) і Всесвітнього фонду дикої природи вперше в міжнародному документі містила згадку стійкого розвитку. «Турбота про планету Земля – Стратегія стійкого життя» було другим виданням ВСОП і датується жовтнем 1991 р. У ній підкреслюється, що розвиток повинен базуватися на збереженні живої природи, захисті структури, функцій і різноманітності природних систем Землі, від яких залежать біологічні види. Для цього необхідно: зберігати системи підтримки життя (життєзабезпечення), зберігати біорізноманітність і забезпечити стійке використання поновлюваних ресурсів. З'явилися дослідження з екологічної безпеки як частини національної і глобальної безпеки.

У 1987 році в доповіді «Наше спільне майбутнє» Міжнародна комісія з навколишнього середовища і розвитку (МКНСР) під головуванням экс-прем'єра Норвегії Гру Г'арлем Брунтланн приділила основну увагу необхідності «сталого розвитку», як розвитку, який забезпечує потреби нинішнього покоління без завдання шкоди можливості майбутнього покоління задовольнити свої власні потреби. Це формулювання поняття «сталий розвиток» зараз широко

використовується як базова в багатьох країнах. Крім того, вона стверджувала, що основна ідея людських суспільств має полягати в активізації пошуку кращого життя, добробуту.

Термін «сталий розвиток» на Конференції в Ріо-де-Жанейро у 1992 році в рамках прийняття «Порядку денного на XXI століття» визначався як «розвиток, що задовольняє потреби теперішнього часу, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби». Всі наступні визначення поняття за основу брали саме це тлумачення сталого розвитку. Власне термін «сталий розвиток» має досить суперечливий характер. У будь-якому випадку термін перекладається у значенні «сталий розвиток», хоч і породжує різне розуміння його змісту.

Ідеї сталого розвитку були офіційно проголошені на Міжнародній конференції з навколишнього середовища і розвитку у Ріо-де-Жанейро (Саміт) United Nations Conference on Environment and Development (Earth Summit), Rio de Janeiro у 1992 р. Ця конференція розглядала оточуюче середовище і соціально-економічний розвиток як взаємопов'язані і взаємозалежні області. У головному документі, прийнятому на цій конференції, «Порядку денному на XXI століття» (Agenda 21), що розглядався як програма всесвітнього співробітництва, сталий розвиток пов'язується з гармонічним досягненням наступних цілей:

- високої якості навколишнього середовища і здорової економіки для всіх народів світу,

- задоволенні потреб людей і збереженні сталого розвитку протягом тривалого періоду.

Відомо, що після Конференції в Ріо, попри всі декларації досягти рівноважного стану між економічним ростом, соціальною спільнотою та навколишнім природним середовищем, цього так і не сталося. Навпаки, ситуація погіршилась і ускладнюється з кожним днем. Хоча спроби подолати кризові явища в соціальній, економічній та екологічній сферах на різних рівнях соціо-еколого-економічних систем (глобальному, національному, регіональному та локальному) робились неодноразово. Це також підтверджують міжнародні конференції, присвячені досягненню сталого розвитку, що проводились впродовж останніх двох десятиліть.

У грудні 1997 р. в Кіото (Японія) було підписано міжнародну угоду, що містить конкретні заходи по скороченню викидів газів, що викликають парниковий ефект. Цю міжнародну угоду, що отримала назву Кіотський протокол, підписали представники 38 країн та ЄС. Цей документ міг стати першим ефективним інструментом стимулювання сталого розвитку на різних рівнях розвитку суспільства – від глобального до регіонального.

Боннська угода встановлювала також правила розрахунку викидів таких газів, схему торгівлі квотами на викиди між державами, систему контролю за виконанням зобов'язань підписантами Кіотського протоколу. Передбачалося, що підписання Кіотського протоколу відбудеться на саміті в Йоганнесбурзі в 2002 р. Проте, ключове питання — ратифікація Кіотського протоколу, на саміті в Йоганнесбурзі остаточно вирішено не було. Головною причиною стала



невизначеність наукових знань про дію «парникових» газів на довкілля і глибокі розбіжності між учасниками відносно координуючих можливостей ринкових механізмів. В результаті Кіотський протокол набрав чинності лише в лютому 2005 р. і його механізм, у тому числі, система міжнародної торгівлі квотами на викиди, в наш час проходить лише першу практичну перевірку, натомість дія самого документа вичерпалася у 2012 р.

Початок ХХІ століття. Досить важливим з точки зору стимулювання сталого розвитку були рішення, прийняті на Міжнародній конференції з фінансування розвитку (International Conference on Financing for Development). Конференція проходила у Монтерреї (Мексика) 18–22 березня 2002 р. Глави держав і урядів країн світу, відзначаючи дефіцит ресурсів, закликали досягти інтернаціонально погоджених цілей розвитку, у тому числі тих, що містяться в Цілях Тисячоліття.

Наступним етапом втілення ідей сталого розвитку на міждержавному рівні було проведення Світового саміту зі сталого розвитку (Саміт Землі 2002, Rio+10) World Summit on Sustainable Development (Earth Summit 2002). Саміт являв собою зустріч керівників країн та урядів світу на найвищому рівні в Йоганнесбурзі з 26 серпня по 4 вересня 2002 р. Зустріч дала змогу об'єднати велику кількість інтересів, які представляли як голови держав та урядів, так і керівники та експерти від кожної з головних груп. В ній взяли участь понад 22 тис. людей, зокрема понад 8 тис. представників недержавних організацій, бізнесових структур та 4 тис. представників преси. На саміті було розглянуто результати, досягнуті країнами з виконання зобов'язань, взятих в 1992 та 1997 р., оцінено успіхи на шляху просування до сталого розвитку. Саміт у Йоганнесбурзі дав змогу визначити цілі, часові рамки і зобов'язання з широкого спектру питань, які покликані змінити життя у всіх регіонах світу, у тому числі, деякі нові цільові показники, пов'язані із забезпеченням базовими елементами санітарії, використанням і виробництвом хімічної продукції та ін. Найважливішим результатом зустрічі стало те, що міжнародні зобов'язання були доповнені низкою добровільних партнерських ініціатив зі сталого розвитку.

На сучасному етапі історичну перспективу людства насамперед визначає екологічний фактор. Стає очевидним вплив екологічних умов на розвиток усіх без винятку компонентів соціуму.

Саме це визначає необхідність розробки нової еколого-економічної концепції, розвиток і реалізація якої на практиці законодавчими і виконавчими структурами буде сприяти «екологізації» мислення і перегляду багатьох стереотипів у процесах прийняття еколого-орієнтованих рішень.

Враховуючи особливості сьогодення і тенденції глобалізації громадського життя, можна стверджувати, що потрібна ідеологія, яка б брала до уваги сучасні особливості переходу до ліберально-ринкової економіки і входження в міжнародні структури. Це ще раз підкреслює необхідність комплексних кардинальних структурних зрушень в управлінській сфері, у тому числі в природо-ресурсній площині.

Слід зазначити, що запобігання негативним наслідкам людської

діяльності і проведення попереджувальних заходів для створення безпеки населенню і довкіллю сьогодні є одним із найважливіших завдань, що постають перед урядом і відповідними державними органами України. Стійкий економічний розвиток в останні два-три десятиліття потребує серйозних організаційних і управлінських витрат на зазначені цілі. Зростаючий транскордонний екологічний вплив і інші негативні наслідки свідчать також про необхідність посилення міжнародної діяльності в сфері забезпечення безпеки і створення погоджених глобальних заходів у напрямках реалізації принципів сталого розвитку.

Між тим поняття стійкого розвитку є вже досить усталеним. Вперше воно згадувалося ще в роботах Томаса М'альтуса (1978 р.). Разом з тим початок 90-х років ознаменувався інтенсифікацією наукових досліджень щодо даної проблеми. У даний час за участю вчених розроблена Концепція сталого розвитку України, що схвалена Верховною Радою України. Про актуальність даної проблеми свідчить той факт, що ще в 1998 р. при Кабінеті Міністрів України відповідною постановою була створена Національна комісія сталого розвитку України, а до її складу увійшли відомі вчені. Наукові основи національної стратегії переходу України на принципи сталого розвитку ґрунтуються на властивих державі геополітичних, географічних, демографічних, соціально-економічних і екологічних особливостях. *Основними цілями сталого розвитку є:*

- економічне зростання — формування соціально-орієнтованої ринкової економіки, забезпечення можливостей, мотивацій та гарантій праці громадян, якості життя, раціонального споживання матеріальних ресурсів;

- охорона навколишнього середовища — створення громадянам умов для життя в якісному природному середовищі з чистим повітрям, землею, водою, захист і відновлення біорізноманіття, реалізація екологічного імператива розвитку виробництва;

- соціальна справедливість — забезпечення гарантій рівності громадян перед законом, забезпечення рівних можливостей для досягнення матеріального, екологічного і соціального благополуччя;

- раціональне використання природних ресурсів — створення системи гарантій раціонального використання природних ресурсів на основі дотримання національних інтересів країни і їхнього збереження для майбутніх поколінь;

- стабілізація чисельності населення — формування державної політики з метою збільшення тривалості життя і стабілізації чисельності населення, надання всебічної підтримки молодим родинам, охорона материнства і дитинства;

- освіта — забезпечення гарантій доступності для одержання екологічної освіти громадян, збереження інтелектуального потенціалу країни;

- міжнародне співробітництво - активне співробітництво з усіма країнами і міжнародними організаціями з метою раціонального використання екосистем, забезпечення сприятливого і безпечного майбутнього.

Реалізація цілей сталого розвитку забезпечується через:

- структурну перебудову народного господарства;

- гарантування національної безпеки держави, включаючи соціальну, економічну й екологічну безпеку;
- підвищення рівня організації процесу природокористування з урахуванням місцевих природно-кліматичних умов і природно-ресурсного потенціалу територій;
- паритетність використання природних ресурсів для нинішніх і майбутніх поколінь;
- формування еколого-економічного мислення, адекватного процесам суспільних трансформацій.

Таким чином, сталий розвиток - це процес гармонізації продуктивних сил, забезпечення задоволення необхідних потреб усіх членів суспільства за умов збереження і поетапного відновлення цілісності природного середовища, створення можливостей для рівноваги між його потенціалом і потребами людей усіх поколінь.

Основою сталого розвитку є паритетність відносин у тріаді людина - господарство — природа, що забезпечує перехід до такого способу взаємодії природи і суспільства, який характеризується як епоха ноосфери.

*Ключовими принципами сталого розвитку є:*

- принцип обережності: збереження сучасного стану навколишнього середовища як перешкоди безповоротним чи небезпечним змінам;
- принцип «передбачати і запобігати»: більш дешевий, менш ризикований підхід, ніж ліквідація збитків навколишньому середовищу;
- принцип балансу між ресурсами і забрудненням: використання ресурсів у рамках масштабів регенеративної здатності екосистем; контроль над обсягом надходжень забруднень і відходів у рамках асиміляційного потенціалу екосистем;
- принцип збереження природного багатства на нинішньому рівні: недопущення чи зменшення втрат природно-ресурсного потенціалу;
- принцип «забруднювач платить»: повна вартість екологічного збитку повинна бути компенсована користувачем (споживачем).

Реалізація цих принципів дозволить забезпечити:

- гармонізацію співіснування людини і природи;
- реалізацію права на справедливе задоволення потреб і рівність можливостей розвитку нинішнього і майбутнього поколінь;
- невід’ємність захисту навколишнього природного середовища в процесі розвитку суспільства.

*Умови реалізації сталого розвитку:*

- усвідомлення наявності загрози сталому розвитку;
- розроблення фундаментальних основ аналізу сталого розвитку, створення методології та моделей сталого розвитку різного рівня;
- розроблення механізму сталого розвитку і механізмів його реалізації.

Таким чином, сталий розвиток узагальнює в собі процес виживання і відновлення генофонду нації, активізацію ролі кожної окремої людини в суспільстві, забезпечення його прав, збереження природного середовища, формування умов для відновлення біосфери і її локальних екосистем,

орієнтацію на зниження рівня антропогенного впливу на навколишнє середовище і гармонізацію розвитку людини і природи.

Разом з тим, непогодженість темпів економічного розвитку і вимог екологічної безпеки, домінування природомістких галузей, висока питома вага ресурсо- і енергомістких застарілих технологій, сировинна орієнтація експорту, мілітаризація виробництва, відсутність гуманістичних цінностей серед пріоритетів розвитку, а також недостатній рівень екологічної культури і споживання ведуть до поглиблення кризових явищ в економіці, погіршення стану навколишнього природного середовища, що створює реальну загрозу для життя і діяльності нинішніх і майбутніх поколінь.

Україна може забезпечити сталий розвиток винятково шляхом ефективного використання усіх видів ресурсів, структурно-технологічної реструктуризації виробництва, використання творчого потенціалу всіх членів суспільства для розвитку і процвітання держави.

Ідея сталого розвитку стосується не лише сучасності: вона адресована як поколінням, що живуть зараз, так і майбутнім. Це ідеологія рівноправності всіх поколінь і всіх людей кожного покоління, справедливості в просторі і в часі, ефективного використання потенційних можливостей, збалансованості суспільного розвитку і збереження природи. До складу цільових параметрів сталого розвитку необхідно включати характеристики стану навколишнього середовища, екосистем і природоохоронних територій. їм належать показники: якості атмосфери, вод, територій, що знаходяться в природному і зміненому стані, кількості біологічних видів, що знаходяться під загрозою зникнення і т.д.

Разом з тим, існуюча в Україні система показників стану навколишнього середовища, за оцінками фахівців, не відповідає сучасним вимогам формування системи сталого розвитку України, які базуються на принципах міжнародної Конференції ООН з питань навколишнього середовища і розвитку. Актуальним стає впровадження інтегрованих показників сталого розвитку, що створило б можливість узгоджено розглянути проблеми стану середовища і соціально-економічного прогресу держави в контексті реалізації основних завдань сталого розвитку України. На даному етапі міжнародне співтовариство розглядає показники стану навколишнього середовища як комплексний інструментарій для виміру і репрезентації еколого-економічних тенденцій в країні. Виходячи з цих позицій, можна виділити три *основні типи показників*:

- показники сучасного екологічного стану, що визначають діючі екологічні параметри;
- показники впливу чи тиску, що відбивають антропогенний вплив на навколишнє середовище;
- показники, що регулюють вплив на навколишнє середовище і за допомогою яких можна визначити, як різні агенти реагують на специфічний вплив.

Таким чином, *основні завдання сталого розвитку* полягають у:

- забезпеченні динамічного соціально-економічного зростання;
- збереженні навколишнього природного середовища;
- раціональному використанні природно-ресурсного потенціалу з метою

задоволення потреб нинішнього і прийдешнього поколінь через побудову високоефективної економічної системи, що стимулює продуктивність, науково-технічний прогрес, соціальну спрямованість.

Вирішення основного завдання передбачає:

- забезпечення сталого розвитку регіонів і поселень;
- макроекономічні перетворення і державний протекціонізм;
- формування економічно орієнтованої політики держави;
- забезпечення духовного, фізичного розвитку людини і його соціальних гарантій;
- міжнародне співробітництво.

**Концепція сталого розвитку.** Концепція сталого розвитку виходить переважно з двох підходів: ресурсного (виявлення гранично допустимого, тобто граничного вилучення з біосфери продукції фотосинтезу) і біологічного (виявлення здібностей біосфери розширено відтворювати продукцію фотосинтезу) (рис. 2.1).

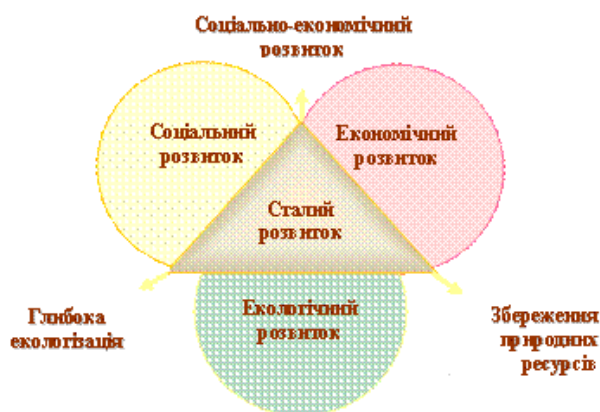


Рисунок 2.1 – Головні компоненти концепції сталого розвитку суспільства

Ця концепція відбиває розуміння тісного взаємозв'язку екологічних, економічних і соціальних проблем людства і того факту, що вони можуть бути вирішені тільки комплексно, за умови тісного співробітництва і координації зусиль усіх країн світу. З формальної точки зору сталий розвиток прийнято розглядати як гармонічний розвиток трьох структурних підсистем: соціуму, економіки та екології, де економіка і екологія, чи енвіронментальна економіка є базисом сталого розвитку, а соціальна підсистема - його надбудовою, згідно з першим пунктом Ріо-декларації.

Разом з тим, непогодженість темпів економічного розвитку і вимог екологічної безпеки, домінування природомістких галузей, висока питома вага ресурсо- і енергомістких застарілих технологій, сировинна орієнтація експорту, мілітаризація виробництва, відсутність гуманістичних цінностей серед пріоритетів розвитку, а також недостатній рівень екологічної культури і споживання ведуть до поглиблення кризових явищ в економіці, погіршення стану навколишнього природного середовища, що створює реальну загрозу для життя і діяльності нинішніх і прийдешніх поколінь.

П'ять головних принципів на яких ґрунтується концепція сталого розвитку:

1. Принцип екологізації економіки.
2. Принцип екоресурсної ємності.
3. Принцип ентропійного ресурсопотоку.
4. Принцип сталого споживання і виробництва.
5. Принцип коеволюції.

Принцип екологізації економіки – уведення факторів виснаження ресурсів і забруднення довкілля у витрати виробництва, процес ціноутворення (законодавче забезпечення: торгівля квотами на викиди, екоподаткова реформа, розвиток «органічного сектора»).

Принцип екоресурсної ємності – обмеженість ресурсів, пов'язана з обмеженою здатністю екосистеми до самовідновлення (Закон Мальтуса: «Усі ресурси в умовах Землі вичерпні»).

Принцип ентропійного ресурсопотоку – економічна діяльність залежить від джерел вхідної низькоентропійної речовини/енергії (пісочний годинник ентропії).

Принцип сталого споживання і виробництва – екологічні можливості планети повинні узгоджуватись з потребами людства.

Принцип коеволюції – спільна еволюція людських систем (цінності, знання, культура, технології) та природних систем з їх постійною взаємодією, взаємним впливом і адаптування до змін у цих двох світах.

Сталий розвиток має бути (рис. 2.2):

1. Соціально сприятливим, дієвим, тобто таким. Що має умови для задоволення рівною мірою культурних, матеріальних і духовних потреб суспільства.

2. Економічно спроможним, тобто здатним оплачувати своє функціонування (витрати покриваються прибутком).

3. Екологічно стійким, тобто здатним підтримувати довготривалу життєздатність екосистем.

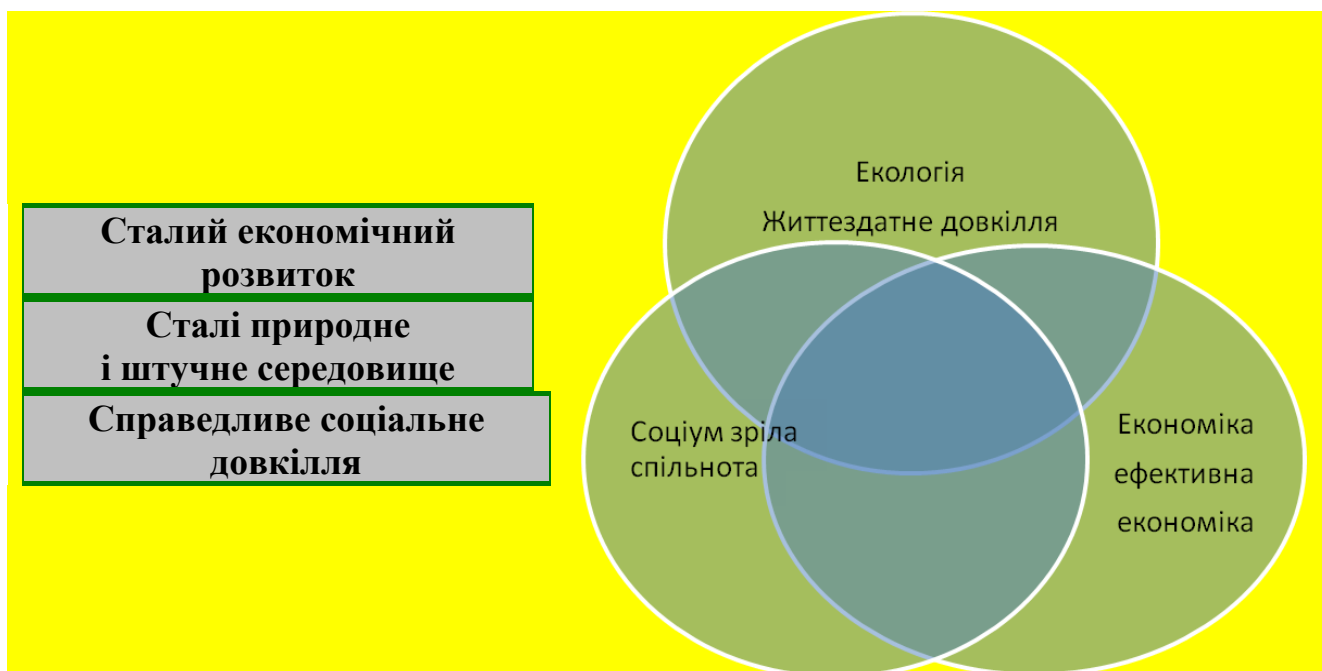


Рисунок 2.2 – Виміри сталого розвитку

Складові поняття «сталий розвиток»:

1. Соціум.
2. Економіка.
3. Навколишнє природне середовище.
4. Політика і право.
5. Міжнародні відносини.
6. Інформація.

Політика і право:

- розвиток сучасної демократії;
- система розумного законодавство;
- соціальна справедливість;
- забезпечення свободи і рівноправності всіх людей перед законом;
- координація урядових і цивільних структур з забезпечення ноосферного розвитку суспільства;

Економіка:

- розумне поєднання всіх форм власності в народному господарстві;
- цивілізована товарно-ринкова економіка;
- демонополізація і вільна конкуренція виробників і споживачів;
- виробництво сільськогосподарської та промислової продукції, культурних благ у достатній кількості для забезпечення основних життєвих потреб усіх жителів планети.

Навколишнє природне середовище:

- забезпечення коєволюції суспільства і природи, людини і біосфери, поновлення відносної гармонії між ними;
- збереження екологічних можливостей економічного зростання для наступних поколінь;
- розроблення і практична реалізація методів ефективного використання природних ресурсів;
- забезпечення екологічної безпеки розвитку.
- широкий розвиток біотехнологій і впровадження маловідходних технологій;
- поступовий перехід до альтернативної енергетики;
- удосконалення методів захисту довкілля;
- екологічна освіта молоді.

Соціум:

- ліквідація голоду злиденності і безробітти;
- турбота про дітей, людей похилого віку, хворих і калік;
- виховання і освіта дітей та підлітків;
- розвиток широкої мережі професійних середніх і вищих навчальних закладів.

Міжнародні відносини:

- попередження нової світової війни та регіональних конфліктів;
- забезпечення партнерства всіх країн та народів у промисловості, с/г, культурі й науці на основі рівноправного співробітництва;
- надання всебічної допомоги слаборозвинутих країнам.

Інформація:

- високий рівень розвитку науки і техніки і втілення їх досягнень в практику;
- розвиток народної освіти й засобів масової інформації, їх правдивість;
- комп'ютеризація і інформатизація народного господарства та культури;
- масове використання електронних засобів для пропаганди успіхів стратегій сталого розвитку.

Екологічні передумови концепції сталого розвитку:

- забруднення навколишнього природного середовища, формування нових техногенних зон, порушення біохімічних циклів на глобальному та локальному рівнях;
- техногенні порушення цілісності ландшафтів;
- зменшення біорізноманіття;
- погіршення якості питної води та продуктів харчування.

Соціально-економічні передумови:

- переважання «філософії споживання», тобто внаслідок цілеспрямованої діяльності людини проявилась її двоїста природа: з одного боку як елемент біосфери вона є його частиною, з іншого – як біосоціальна істота перебуває в конфлікті з нею, використовуючи біосферу як ресурси для задоволення зростаючих потреб, результатом чого є виснаження ресурсного потенціалу та деградації навколишнього природного середовища;
- переважання ресурсоруйнівних технологій, тобто пріоритетів економічної вигоди, ілюзія невичерпності ресурсного потенціалу, що стимулювало розвиток низько ефективних ресурсоруйнівних технологій;
- невідповідність цін на ресурси реальній вартості;
- диспропорції між розвинутими країнами і тими, що розвиваються, тобто з одного боку, відносно низький рівень цін на сировину і робочу силу, з іншого — високий технологічний потенціал, що породжує головне протиріччя — постійно зростаючий борг країн, що розвиваються, який сформувався через низькі ціни на природні ресурси, і ще більш інтенсивна експлуатація природних ресурсів для можливостей повернення заборгованості.

Отже, визначення поняття «сталий розвиток» різними авторами звучать наступним чином:

1. Визначення Глазовського Н. Ф.: «Сталий розвиток — це багаторівнево-ієрархічно керований процес коеволюційного розвитку природи і суспільства (за масової і усвідомленої участі населення), мета якого забезпечити здоров'я, продуктивне життя в гармонії з природою нинішньому і майбутньому поколінням на основі охорони і збагачення культурної та природної спадщини».

2. На Всесвітньому саміті ООН по сталому розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.) сформульоване наступне визначення: «Сталий і довготривалий розвиток являє собою не незмінний стан гармонії, а скоріше процес змінювання, у якому масштаби експлуатування ресурсів, напрямок капіталовкладень, орієнтація капіталовкладень, орієнтація технологічного розвитку та інституційних змін узгоджується з нинішніми і майбутніми



потребами».

3. Всесвітня комісія з навколишнього середовища і розвитку (WCED, голова — доктор Гру Гарлем Брунтланн) зазначила, що сталим є такий розвиток, який задовольняє потреби теперішнього покоління не наряджаючи на ризик здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

Сталий розвиток є не просто соціальною або економічною програмою, набором норм і правил. Це глобальна модель соціальної організації, нова цивілізаційна концепція, це система оптимальної взаємодії всіх сфер людського життя (у т.ч. науки, економіки, довкілля і багатьох інших), що опирається на нові соціальні цінності розвитку людства, оптимального використання ресурсів і турботи про майбутні покоління.

### **Проблеми глобалізації та сталого розвитку. Основні документи світової спільноти зі сталого розвитку**

*Глобалізація* — процес всесвітній, вона охоплює процеси формування міжнародних господарських систем як цілісності, до складу якої належать і національні господарства, і транснаціональні одиниці, і світові організації, а також взаємодію цієї цілісності з навколишнім середовищем. Різноманіття аспектів глобалізації та наукової належності її дослідників зумовлюють величезну палітру визначень цього феномена. Авторство терміна «глобалізація» належить соціологу Р. Робертсону (1992), який вважав глобалізацію «процесом дедалі зростаючого впливу на соціальну дійсність окремих країн різних факторів міжнародного значення: економічних і політичних зв'язків, культурного та географічного обміну». Вона характеризує світовий розвиток у кінці ХХ – на початку ХХІ століття та знаходить прояв у формуванні світового інформаційного простору, ринку капіталів та товарів, робочої сили. Передумовою інтенсифікації інтеграційних процесів у світовому масштабі є наявність декількох потужних економічних, соціальних, культурних центрів, що взаємодіють між собою та здійснюють значний вплив на розвиток так званої периферії економічного простору. Реалізується така взаємодія через систему зв'язків (вертикальних і горизонтальних, внутрішніх і зовнішніх).

Щодо визначення часових меж глобалізації, то є різні точки зору. Початком глобалізації є не сам факт міжнародної торгівлі, міграцій, руху капіталу в масштабі континентів, а різка інтенсифікація цього явища. Так, на думку О. Білоруса початок глобалізації припадає на початок ХХ ст. і відповідні процеси були дещо загальмовані під час Першої та Другої Світової війни. Вже у 80-х роках спостерігається не лише відновлення глобалізаційних процесів, але і виникнення нових їх проявів. З точки зору А. Гальчинського глобалізаційні прояви беруть початок у 70-х роках ХХ ст. і проявляються у вигляді формування єдиного світового фінансово-інформаційного простору, в якому дедалі більше здійснюється не лише комерційна, а вся життєдіяльність особи. Отже, основними проявами глобалізації на сучасному її етапі є безпрецедентне зростання міжнародної міграції та руху капіталу, виникнення нових країн-глобалізаторів, що суттєво впливають на розподіл економічних важелів впливу в світі та збереження поляризації соціально-економічного розвитку. Значна

частка країн, що розвиваються стають більш маргіналізованими, в них посилюється бідність та загострюються соціальні проблеми.

Отже, глобалізація — процес всесвітньої економічної, політичної та культурної інтеграції та уніфікації. У ширшому розумінні — перетворення певного явища на планетарне, таке, що стосується всієї Землі. Основними наслідками глобалізації є міжнародний поділ праці, міграція в масштабах усієї планети капіталу, людських та виробничих ресурсів, стандартизація законодавства, економічних та технічних процесів, а також зближення культур різних країн. Це об'єктивний процес, який носить системний характер, тобто охоплює всі сфери життя суспільства. В результаті глобалізації світ стає більш зв'язаним і залежним від усіх його суб'єктів. Відбувається збільшення як кількості спільних для груп держав проблем, так і кількості та типів інтегрованих суб'єктів. Глобалізація може бути небезпечною для малозабезпечених країн світу.

Глобалізація — це така форма інтернаціоналізації, коли вона набуває рис транснаціоналізації. Глобалізація відрізняється поширенням тісних взаємовідносин і взаємозалежності між країнами практично на всю земну кулю. У сучасній науці глобалізацію розглядають як просунуту стадію розвитку процесу інтернаціоналізації різних аспектів суспільного життя: економічних, політичних, культурних. На цій стадії інтернаціоналізація поступово охоплює усе світове співтовариство, досягаючи планетарних масштабів. І це не просто територіальне поширення інтернаціоналізації. Глобалізація надає взаємозв'язкам різних країн нові властивості, нову силу. Деякі дослідники вважають глобалізацію якісним стрибком, переходом інтернаціоналізації суспільних відносин на більш високий ступінь свого розвитку.

Стимулом для появи й розвитку глобалізації стала науково-технічна революція. Початок процесу глобалізації пов'язується в часі з переходом індустріалізації розвинутих країн в постіндустріальну фазу розвитку. Особливе значення має бурхливий розвиток світової системи інформації, який сприяв транснаціоналізації виробництва капіталу. Інформаційно-комунікаційні системи дають можливість укладати економічні угоди в будь-який час незалежно від місцезнаходження агентів угод. Виключну роль в цьому процесі відіграє Інтернет. Світова інформаційна мережа забезпечує глобалізацію капіталу і децентралізовану концентрацію виробництва і праці. Утворюється світовий інформаційно-фінансовий простір.

Важливою стороною сутності глобалізації є утворення і швидкий розвиток наднаціональних структур у світовій економіці. Наявність транснаціонального капіталу утруднює, а то й робить неможливим автономне регулювання внутрішніх ринків. Це означає, що жодна країна сьогодні не може планувати свою економіку без огляду на світову економічну ситуацію і не може не зважати на стратегічну політику транснаціональних корпорацій. Якщо раніше господарство практично кожної країни становило систему, що самовідтворюється, то тепер такою системою є тільки світове господарство в цілому.

Глобалізація має свої характерні риси, що виокремлюють її серед інших

світогосподарських процесів, а саме:

- посилення взаємозв'язку всіх дій країн в соціально-економічній сфері, політиці, культурі. В цьому відношенні значною є стимулююча роль міжнародних організацій, особливо системи ООН і регіональних інтеграційних об'єднань; територіальне поширення інтернаціоналізаційних процесів, які сьогодні охоплюють увесь світ;

- універсалізація міжнародних економічних відносин; вона має, зокрема, таке вираження:

- втілення єдиних міжнародних стандартів у всі сфери міжнародної економічної діяльності (у торгівлі, у кредитно-валютній діяльності тощо);

- використання однакових критеріїв в макроекономічній політиці;

- уніфікація вимог до податкової політики (зокрема, єдиний підхід до встановлення митного законодавства).

Глобалізація є об'єктивним і неухильним процесом. Загалом її слід оцінювати позитивно, оскільки вона об'єднує національні економіки в єдине організаційне ціле і тим самим підвищує ефективність світового господарства. Глобалізація сприяє зближенню не тільки економік, а й культур різних народів, полегшує встановлення порозуміння між ними. Проте цей процес супроводжується накопиченням серйозних проблем, які постають не тільки перед окремими країнами, але й перед усім людством.

Переваги глобалізації світової економіки:

1. Поглиблення спеціалізації та міжнародного поділу праці;

2. Збільшення масштабів виробництва;

3. Вільна торгівля на взаємовигідній основі;

4. Розвиток і розповсюдження нових технологій;

5. Міжнародна конкуренція;

6. Підвищення продуктивності праці (раціоналізація виробництва, провадження інноваційних технологій);

7. Збільшення обсягів фінансових ресурсів;

8. Спільне вирішення глобальних проблем людства.

Проблеми глобалізації світової економіки:

1. Можливість переходу контролю над національною економікою від уряду до транснаціональних корпорацій / міжнародних організацій;

2. Потенційна регіональна і глобальна економічна нестабільність через взаємозв'язок національних економік – локальні коливання або кризи мають регіональний або глобальний вплив;

4. Нерівномірний розподіл переваг від глобалізації серед галузей промисловості держави;

5. Посилення залежності менш розвинутих країн від функціонування світової господарчої системи;

6. Зростання зовнішнього боргу міжнародним фінансовим організаціям;

7. Збільшення технологічного відриву від розвинених країн;

8. Зростання безробіття через впровадження нових технологій і зміну структури виробництва.

«Всесвітнє село» — термін Маршалла Мак-Люена, уведений ним для

позначення сутності нової комунікаційної і культурної ситуації, що оформилась в результаті поширення у світі електронних засобів зв'язку, завдяки чому люди одержали можливість мобільної комунікації між самими віддаленими куточками на нашій планеті. Рисами всесвітнього села є:

- інтенсифікація і масовість комунікаційних процесів;
- синтез різних видів комунікацій та комунікаційних засобів;
- глобалізація комунікаційних та інформаційних процесів.

Головні ознаки глобальних проблем:

- масштабність;
- надзвичайна гострота;
- загальнолюдський характер;
- необхідність колективного вирішення.

Складові процесу глобалізації:

1. Зростання комунікаційних можливостей;
2. Становлення системи світової економіки, що працює у режимі реального часу;
3. Посилення процесів міжкультурної взаємодії;
4. Зниження ролі держави у процесах міжнародних відносин;
5. Становлення глобалізму, як форми суспільної свідомості.

Глобалізації сприяє:

- Інтернет, супутникове телебачення, туризм;
- поява великих регіональних зон економічної інтеграції (Євросоюз, Північноамериканська зона вільної торгівлі);
- збільшення впливу транснаціональних корпорацій;
- створення міжурядових організацій (ООН, ВТО, Світовий Банк);
- вільна торгівля, вільний рух капіталу;
- транснаціональні ринки;
- поява нової області знань – глобалістики;
- мультикультурний світ.

Глобалізація безумовно впливає на процеси сталого розвитку. Після більш ніж року переговорів, відкрита робоча група представила рекомендації щодо глобальних цілей у сфері сталого розвитку. 193 держави-члени ООН досягли консенсусу щодо підсумкового документу нової програми «Трансформація нашого світу: Порядок денний сталого розвитку 2030». Розроблено 17 цілей сталого розвитку з 169 цільовими показниками, на противагу попереднім восьми цілям розвитку тисячоліття, які передбачали досягнення 21 цільового показника. Цілі сталого розвитку стали результатом переговорного процесу за участю 193 держав-членів ООН, до якого також були залучені безпрецедентно широкі кола громадянського суспільства й інші зацікавлені сторони. Нові цілі мають широку сферу охоплення, оскільки в їхніх рамках передбачено розгляд взаємопов'язаних елементів сталого розвитку: економічного росту, соціальної інтеграції та захисту навколишнього середовища. Цілі сталого розвитку будуть розповсюджуватися на весь світ, як на багаті, так і на бідні країни.

**Цілі сталого розвитку.** 25 вересня 2015 року, лідери 193 країн світу взяли на себе зобов'язання за виконання 17 цілей, які дозволять досягти трьох

важливих результатів в найближчі 15 років: покінчити з крайньою бідністю, побороти нерівність та несправедливість, зайнятися викликами зміни клімату.

Глобальні цілі сталого розвитку допоможуть у вирішенні цих завдань, в усіх країнах, для всіх людей:

Ціль 1. Покінчити з бідністю в усіх її формах в усьому світі.

Ціль 2. Покінчити з голодом, забезпечити продовольчу безпеку і поліпшення харчування і сприяти сталому розвитку сільського господарства.

Ціль 3. Забезпечити здоровий спосіб життя і сприяти добробуту для всіх в будь-якому віці.

Ціль 4. Забезпечити всеохоплюючу і справедливу якісну освіту і заохочувати можливості навчання протягом усього життя для всіх.

Ціль 5. Домогтися гендерної рівності та розширити права і можливості всіх жінок і дівчаток.

Ціль 6. Забезпечити наявність і раціональне використання водних ресурсів та санітарії для всіх.

Ціль 7. Забезпечити загальний доступ до недорогого, надійного, стійкого і сучасного енергопостачання.

Ціль 8. Сприяти неухильному, всеохоплюючому та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх.

Ціль 9. Створити гнучку інфраструктуру, сприяти всеосяжній і стійкій індустріалізації і заохочувати інновації.

Ціль 10. Зменшити нерівність всередині країн і між ними.

Ціль 11. Зробити міста і населені пункти відкритими, безпечними, життєздатними і стійкими.

Ціль 12. Забезпечити стійкі моделі споживання і виробництва.

Ціль 13. Вжити термінових заходів з боротьби зі зміною клімату та її наслідками.

Ціль 14. Зберігати і раціонально використовувати океани, моря і морські ресурси в інтересах сталого розвитку.

Ціль 15. Зберігати і відновлювати екосистеми суші і сприяти їх раціональному використанню, раціонально розпоряджатися лісами, боротися з опустелюванням, зупинити і повернути назад процес деградації земель і зупинити процес втрати біорізноманіття.

Ціль 16. Сприяти створенню мирних і вільних від соціальних бар'єрів суспільств в інтересах сталого розвитку, забезпечувати доступ до правосуддя для всіх і створювати ефективні, підзвітні і засновані на широкій участі установи на всіх рівнях.

Ціль 17. Зміцнювати засоби досягнення сталого розвитку та активізувати роботу механізмів Глобального партнерства в інтересах сталого розвитку.

**Ключові світові події в формуванні моделі сталого розвитку.** Основними документами світової спільноти зі сталого розвитку є: 1972, Стокгольм – Конференція ООН «Людина і навколишнє середовище»: затвердження плану дій щодо екологічної діяльності та діяльності на міжнародному рівні; 1982, Найробі – Декларація Асамблеї ООН акцентує увагу на основних екологічних проблемах, які необхідно розглянути UNEP (Програма

ООН по навколишньому середовищу) у наступні 10 років; 1987 – Доповідь міжнародної комісії з навколишнього середовища і розвитку «Наше спільне майбутнє» (Комісія Брунтланн) популяризувало поняття сталого розвитку.

Основні висновки комісії:

1. За останнє десятиріччя взаємини між людиною і планетою, що забезпечує її життєдіяльність, докорінно змінилися, – виникла загроза існування цивілізації і життя на Землі;

2. За останні 100 років темпи споживання, а, отже, економічне зростання, різко збільшилися. У виробництво було залучено стільки ресурсів, скільки за всі минулі століття існування людини;

3. Процеси економічного росту, не узгоджені з можливостями природного середовища, стали причиною виникнення тенденцій, впливу яких на планета не зможе довго витримати;

4. Економічне зростання руйнує природне середовище, приводить до екологічної деградації, а це у свою чергу підриває процес економічного росту;

5. У наш час регіони світу зіштовхуються з ризиком незворотного руйнування навколишнього середовища, що загрожує знищенням основ цивілізації та зникненням живої природи Землі;

6. Мова йде не про окремі глобальні кризи (екологічну, економічну, продовольчу), а про єдину кризу глобальної світової системи «людина-природне середовище»;

7. Швидкість руйнування навколишнього середовища перевищує можливості сучасної науки в їх осмисленні й не дозволяє власно оцінити що відбувається, і внести відповідні рекомендації;

8. Якщо такий економічний ріст збережеться, то через кілька десятиліть неминуча деградація природного середовища, а це, у свою чергу, приведе до підриву всієї економіки. Всієї системи життєзабезпечення Землі.

9. Визначила взаємозв'язок криз, з якими зіштовхується планета, як елементів єдиної кризи та життєву необхідність активної участі усього суспільства у її подолання на шляху до сталого розвитку.

І на теперішній час одним з найважливіших документів у сфері сталого розвитку є рішення Конференції ООН по навколишньому середовищу та розвитку UNCED, Ріо-де-Жанейро, 1992.

Документи підписані на UNCED:

- декларація Ріо-де-Жанейро по навколишньому середовищу та розвитку;
- рамкова конвенція про зміну клімату;
- конвенція по біоріноманіття;
- заява щодо лісових принципів;
- порядок денний на 21 століття.

Основні міжнародні заходи, присвячені проблемі деградації довкілля:

– 1992 Стокгольм – Конференція ООН по навколишньому середовищу визначила необхідність прийняття термінових дій для вирішення проблем деградації навколишнього середовища;

– 1992, Ріо-де-Жанейро – Конференція ООН по навколишньому середовищу та розвитку (UNCED, Зустріч на вищому рівні «Планета Земля»)

пов'язує процес економічного і соціального розвитку з діяльністю по охороні навколишнього середовища та приймає глобальну програму «Порядок денний на 21 століття» (Agenda 21) і Принципи Ріо;

– 1992 – Генеральна Асамблея ООН приймає рішення про заснування комісії по сталому розвитку (КСР ООН) для забезпечення ефективного здійснення рішень UNCED;

– 1994 – проведення глобального екологічного форуму «Міста і сталий розвиток» в Манчестері. Демонстрація перших «Програм сталого розвитку» великих міст світу. Проведення конференції «Довкілля і здоров'я» в Гельсінкі. Затверджено План дій по здоров'ю навколишнього середовища для Європи (ЕНАРЕ) та запропоновано розробити узгоджені національні плани дій по досягненню здоров'я довкілля (NENAPs).

– 1996 – проведення глобального екологічного форуму «Habitat – II» (Навколишнє середовище) у Стамбулі (Туреччина).

– 1997 – підведення перших підсумків Ріо-92 на Нараді «Ріо+5». На жаль, підсумки п'яти років виявилися не втішні: результати виконання «Порядку денного XXI століття» відставали від планованих.

– 1997 – проведення міжнародної наради «Стале будівництво». Ухвалення рішення про розробку стандартів сталого проектування і будівництва (проектування і будівництва екологічних об'єктів, які гармонійно взаємодіють з природним середовищем);

– 1997, Нью-Йорк – Спеціальна сесія Генеральної Асамблеї (Зустріч на вищому рівні «Планета Земля+5») приймає Програму подальшого виконання «Порядок денний на 21 століття»;

– 1998 – форуми за підтримки ООН «Людина у великому місті XXI століття» Москва (Росія) та «Здорове середовище міста» Мадрид (Іспанія).

– 1999 – глобальний форум «Здорова планета» Лондон (В. Британія).

– 2000 – Саміт Тисячоліття ООН, на якому 189 держав світу, у тому числі й Україна, затвердили Декларацію Тисячоліття ООН, яка є зобов'язанням досягти Цілі Розвитку Тисячоліття до 2015 року, однією з яких є забезпечення сталого екологічного розвитку (Ціль 7).

– 2002 – Резолюція Генеральної Асамблеї ООН 55/2: прийняття Цілей розвитку тисячоліття (MDG), які передбачають гарантії задоволення потреб найбільш вразливих шарів населення світу;

– 2002, Йоганнесбург – Всесвітня зустріч на вищому рівні по сталому розвитку («Саміт Землі – 2002»): Прийняття Йоганнесбургської декларації по сталому розвитку та Плану виконання рішень (JPol). Основні документи:

– Йоганнесбурзька Політична Декларація;

– план виконання рішень;

– партнерські угоди;

– 2012 – Конференція ООН зі сталого розвитку «Ріо+20», на якій були обговорені проблеми «зеленої» економіки, сталого розвитку та подолання бідності. Основним результатом Конференції стало затвердження Підсумкового документу Конференції «Майбутнє, якого ми бажаємо», який серед іншого поклав початок роботи по формулюванню комплексу цілей сталого розвитку і

розробки програми дій в галузі сталого розвитку на період після 2015 року.

– 2015, 25 вересня – Саміт зі сталого розвитку в Нью-Йорку, на якому було схвалено Порядок денний в сфері розвитку на період після 2015 року, який включає 17 глобальних цілей та 169 завдань зі сталого розвитку. Нові цілі та завдання мають комплексний характер і забезпечують збалансованість всіх трьох компонентів сталого розвитку: економічного, соціального та екологічного.

### **?** Питання для самоконтролю:

1. Передісторія «сталого розвитку».
2. З досягненням яких цілей пов'язується сталий розвиток?
3. Основними цілями сталого розвитку є?
4. Реалізація цілей сталого розвитку забезпечується через...?
5. Які ключові принципи сталого розвитку?
6. Що дозволить забезпечити реалізація цих принципів?
7. Які умови реалізації сталого розвитку?
8. Як на даному етапі міжнародне співтовариство розглядає показники стану навколишнього середовища? Виходячи з цих позицій, які основні типи показників можна виділити?
9. Які п'ять головних принципів на яких ґрунтується концепція сталого розвитку?
10. Складові поняття «сталий розвиток».
11. Охарактеризуйте соціально-економічні передумови сталого розвитку.
12. Охарактеризуйте екологічні передумови концепції сталого розвитку.
13. Надайте визначення поняття «сталий розвиток» різними авторами.
14. Авторство терміна «глобалізація».
15. Як розглядають глобалізацію у сучасній науці?
16. Що є стимулом для появи й розвитку глобалізації?
17. Які характерні риси глобалізації? Які складові процесу глобалізації?
18. Які переваги та проблеми глобалізації світової економіки?
19. Що таке «Всесвітнє село»? Які риси всесвітнього села?
20. Які головні ознаки глобальних проблем? Що сприяє глобалізації?
21. Які глобальні цілі у сфері сталого розвитку?
22. Які основні документи світової спільноти зі сталого розвитку Ви знаєте?

## **2.2 Проблеми сталого розвитку в Україні**

Розвиток виробництва і зростання масштабів господарської діяльності, в ході яких людина використовує дедалі більшу кількість природних ресурсів, зумовлюють тотальне посилення антропотехногенного тиску на довкілля та порушення рівноваги в навколишньому природному середовищі. А це, в свою



чергу, призводить до загострення екологічних та соціально-економічних проблем. Одночасно з вичерпанням запасів невідновлюваних сировинних та енергетичних ресурсів посилюється забруднення довкілля, особливо водних ресурсів та атмосферного повітря, зменшуються площі лісів і родючих земель, зникають окремі види рослин, тварин тощо. Все це зрештою підриває природно-ресурсний потенціал суспільного виробництва і негативно позначається на здоров'ї людини.

Соціально-економічний розвиток має ґрунтуватися на принципах врахування можливостей природних комплексів витримувати антропогенні навантаження і забезпечувати нормальне функціонування біосфери і локальних екосистем. Від цього вирішальною мірою залежать їх корисна продуктивність, якість і комфортність життєвого середовища, екологічне та економічне благополуччя населення того чи іншого регіону.

Погіршення стану, деградація і виснаження ресурсів довкілля зумовлені передусім такими чинниками, як недостатньо екологічно обґрунтоване використання природно-ресурсного потенціалу, відсутність комплексності у веденні господарської діяльності, в освоєнні та експлуатації територій і корисних копалин тощо. У процесі господарської діяльності порушується генетична цілісність ландшафтів. До цього призводять екологічна незбалансованість структури сільськогосподарських угідь, ігнорування екологічної ємності та ерозійної стійкості ландшафтів під час їх використання, надмірна у багатьох регіонах країни розораність території, нераціональне ведення лісового господарства без урахування екологічних функцій лісів тощо.

У старих і нових індустріальних регіонах України нині відбувається тотальна інтоксикація природи і населення. В останні два-три десятиліття в багатьох областях, особливо у південних і на Донбасі, а також у Карпатському регіоні, активізувалися негативні процеси і явища, зокрема водна і вітрова ерозія ґрунтів, зсуви, селі, руйнуються береги річок, зростає кількість техногенних аварій і катастроф. Поряд з цим прискорилося дегуміфікація ґрунтів, падає їх родючість і, як наслідок — знижується продуктивність сільськогосподарських і лісових угідь. Посилилася ймовірність виникнення катастрофічних паводків та вітровалів. Гострою екологічною й соціально-економічною проблемою стали замулювання і зникнення малих річок, забруднення і зниження якості природних вод, руйнування і деградація водних екосистем, зменшення рибопродуктивності, втрата рекреаційного потенціалу та естетичної цінності ландшафтів.

Надзвичайно загострилася проблема забезпечення високоякісними та чистими водними ресурсами потреб комунального і сільського господарства, промисловості та інших галузей людської діяльності. Нині у переважній більшості областей України погіршується водозабезпечення, а якість питної води продовжує залишатися досить низькою. Разом з тим водні ресурси використовуються дуже нераціонально, неекономно. Охорона поверхневих і підземних водних джерел організована вкрай незадовільно. Тому концентрація деяких забруднюючих речовин у багатьох річках, озерах та інших водоймах нерідко перевищує гранично допустимі норми у десятки і сотні разів. Кількість

забруднюючих речовин, які надходять в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, нині має тенденцію до зменшення, водночас обсяги забруднень від автомобільного транспорту швидкими темпами зростають. За останні 5–6 років він став найбільшим забруднювачем довкілля у м. Києві, в Закарпатській та деяких інших областях. Причому його внесок у загальні викиди в атмосферу невпинно зростає.

Головними причинами забруднення довкілля, насамперед атмосферного повітря, слід вважати ресурсо- та енергоємне, морально і фізично застаріле технологічне і природоохоронне обладнання, а в окремих випадках — відсутність очисних споруд та ефективного контролю за діяльністю екологонебезпечних підприємств, низьку технологічну дисципліну, гострий дефіцит коштів для забезпечення нормальної експлуатації очисного устаткування і споруд. Вкрай негативно позначається на реалізації природоохоронних заходів в Україні й те, що досі належним чином не діють економічні інструменти та важелі, покликані спонукати підприємства, об'єднання й фірми до впровадження екологобезпечних, ресурсо- та енергозберігаючих технологій, очисного обладнання нових поколінь, налагодження нормального функціонування очисних споруд тощо.

Вивчення динаміки захворюваності населення України, найважливіших демографічних показників за останні 20–25 років дає підстави стверджувати: негативний вплив різних чинників навколишнього природного середовища на здоров'я людини в усіх випадках є комплексним. Причому цей вплив має тенденцію до посилення та урізноманітнення, що необхідно обов'язково враховувати, коли йдеться про негативні еколого-соціальні наслідки забруднення та деградації природи в цілому, зокрема ґрунтів, водойм, атмосферного повітря, а через них — і продуктів харчування.

Надзвичайно великий негативний вплив на здоров'я матерів і дітей, а отже, і майбутніх поколінь справляють промислові викиди підприємств хімічної, нафтохімічної, нафтопереробної та металургійної промисловості, радіаційно і пестицидно забруднені території. У районах функціонування хімічних виробництв надзвичайно складною є демографічна ситуація. Тут рівень захворюваності населення надто високий, як і кількість ускладнень під час вагітності та пологів, уроджених каліцтв, мертвонароджених тощо. Серед мешканців радіаційно і хімічно забруднених територій постійно зростає захворюваність на злоякісні новоутворення.

Внаслідок погіршення демографічних показників, насамперед зменшення приросту та підвищення рівня захворюваності населення, відбувається його постаріння і тимчасово втрачається працездатність, зростають витрати на медичне обслуговування. А це значною мірою послаблює трудовий потенціал держави. Все це негативно позначається на відтворювальних процесах як в економіці, так і в суспільстві.

Звідси неважко дійти висновку, що екологічна проблема є не стільки природоохоронною, скільки соціально-економічною. Адже йдеться про нормальні умови життя та здоров'я людини. Тому необхідно вживати рішучих і невідкладних заходів на всіх рівнях управління — загальнодержавному,

регіональному та локальному. Глобальна за своєю суттю ресурсо-екологічна проблема має розв'язуватися кожною державою залежно від її природно-екологічних і соціально-економічних особливостей.

Ще з кінця 50-х років минулого століття вчені, політичні та громадські діячі багатьох держав світу почали усвідомлювати, що за нинішніх тенденцій у демографічному та соціально-економічному розвитку практично всіх країн швидко вичерпається здатність земної біосфери зберігати екологічну рівновагу і забезпечувати життєвими ресурсами дедалі зростаючу кількість народонаселення планети. Стала очевидною необхідність радикальної зміни парадигми розвитку земної цивілізації. Інакше жодні екологічні й природоохоронні заходи, навіть комплексного характеру, а також широкомасштабні техніко-технологічні новації і жорсткі економічні механізми регулювання ресурсо-екологічних процесів неспроможні забезпечити в майбутньому нормальне функціонування біосфери та її найважливішої складової — людського суспільства.

У контексті сказаного принципове і фундаментальне значення мала Конференція ООН з питань навколишнього середовища і розвитку, яка відбулася 1992 р. в м. Ріо-де-Жанейро (Бразилія). Саме на ній було одностайно проголошено, що основою розв'язання гострих соціально-економічних і ресурсо-екологічних проблем є перехід до моделі сталого розвитку. Концепція сталого розвитку економіки визнана світовою спільнотою народів домінантною ідеологією розвитку людської цивілізації у XXI ст., стратегічним напрямом забезпечення матеріального, соціального і духовного прогресу суспільства. Необхідність переходу на модель сталого розвитку всіх країн світу об'єктивно зумовлена демографічним «вибухом», сучасною науково-технічною революцією, а також нинішнім кризовим станом земної біосфери, істотним зниженням її відновлювальних, відтворювальних і асиміляційних можливостей внаслідок надмірних антропотехногенних навантажень на природу.

Сталий розвиток будь-якої країни означає, зрештою, таке функціонування її народногосподарського комплексу, коли одночасно забезпечуються: задоволення зростаючих матеріальних і духовних потреб населення; раціональне та екологічнобезпечне господарювання й високоефективне використання природних ресурсів; підтримання сприятливих для здоров'я людини природно-екологічних умов життєдіяльності, збереження, відтворення і примноження якості довкілля та природно-ресурсного потенціалу суспільного виробництва. Інакше кажучи, сталий розвиток – це насамперед економічне зростання, за якого ефективно розв'язуються найважливіші проблеми життєзабезпечення суспільства без виснаження, деградації і забруднення довкілля.

При цьому важко погодитися з дослідниками, які вважають, що сталий розвиток можливий лише для всієї земної цивілізації загалом, тобто для всіх країн разом і одночасно. Окремі країни, континенти і території справді є складовими частинами, своєрідними підсистемами земної біосфери, яка справедливо вважається єдиною, цілісною глобальною системою. Однак це зовсім не означає, що вони не можуть поодиноці розв'язувати проблему сталого

розвитку. Можуть і повинні. Адже різні країни, континенти і території мають неоднаковий рівень соціально-економічного і техніко-технологічного розвитку, антропотехногенних навантажень на довкілля, використання природних ресурсів, їх забруднення тощо.

Що ж до України, то перспективи реалізації тут принципів сталого розвитку не можна розглядати у відриві від здійснюваних у державі ринкових реформ. Перехід до сталого розвитку як країни загалом, так і окремих її регіонів, має відбуватися у тісному взаємозв'язку з радикальною структурною і техніко-технологічною перебудовою суспільного виробництва на основі прискорення темпів НТП, зокрема у напрямі всебічної екологізації не лише базових галузей економіки, а й усіх сфер людської діяльності. Все це має бути враховане в розроблюваній Національній стратегії сталого розвитку.

До *найважливіших передумов переходу України на модель сталого розвитку* на національному та регіональному рівнях належать:

- ефективне та екологобезпечне функціонування економіки, що дасть можливість досягти вищих показників життєвого рівня населення, цілеспрямовано розв'язувати соціальні та ресурсо-екологічні проблеми розвитку суспільства;

- раціональне використання, збереження і відтворення природних ресурсів, всебічна охорона навколишнього природного середовища — як найголовніших передумов забезпечення ресурсо-екологічної безпеки нинішнього та майбутніх поколінь, підтримання у біосфері екологічної рівноваги, а отже, чистого і здорового довкілля;

- стабілізація демографічної ситуації та чисельності населення і встановлення у суспільстві принципів соціальної справедливості, тобто створення системи правових гарантій та ефективної демографічної політики для досягнення економічного, соціального та екологічного благополуччя кожної сім'ї;

- розширення масштабів міжнародного співробітництва у сфері ефективного розв'язання ресурсо-екологічних проблем і завдань сталого розвитку, підвищення його результативності та ефективності, застосування в національній економіці найновіших світових досягнень науково-технологічного і соціально-екологічного прогресу.

Необхідність якнайшвидшого подолання гострої ресурсо-екологічної кризи, всебічного оздоровлення навколишнього середовища, усунення причин екологічних катастроф потребує кардинального вдосконалення природокористування, економного витрачання природних ресурсів в усіх галузях і сферах виробництва. Від цього значною мірою залежать ефективність суспільного виробництва загалом, темпи економічного поступу і зростання життєвого рівня народу, а також обсяги нагромаджень фінансових ресурсів для розв'язання чергових соціально-економічних та екологічних проблем.

З другого боку, Україні вкрай потрібні широкомасштабна реконструкція та модернізація всієї застарілої і відсталого матеріально-технічної бази суспільного виробництва з урахуванням ресурсо-екологічних вимог, факторів, критеріїв, стандартів та обмежень. Усе це має здійснюватися на основі

застосування екологобезпечних технологій, безвідхідних або маловідходних замкнутих виробничих циклів, які дають можливість комплексно використовувати мінерально-сировинні ресурси та звести до мінімуму викиди забруднюючих речовин у довкілля або й повністю утилізувати їх.

З огляду на необхідність розв'язання гострих ресурсо-екологічних проблем зусилля науково-дослідних установ і науково-технічних працівників доцільно зосередити тепер не лише на розробці нових поколінь очисних споруд, методів очищення шкідливих викидів і стоків (хоча й це питання не знімається з порядку денного), а й на реалізації заходів з екологізації технологічних процесів, запровадженні природонеруйнівних, природонезабруднюючих, ресурсозберігаючих та екологобезпечних видів техніки і технології, способів організації виробництва, форм господарювання тощо. Природоохоронні, екологобезпечні й ресурсозберігаючі напрями науково-технічного прогресу повинні бути пріоритетними в усіх галузях і сферах економіки. Їх розвитку слід підпорядковувати інвестиційну та інноваційну політику держави. Водночас має бути проведена фундаментальна перебудова природокористування та механізмів реалізації природоохоронних заходів на регульованих ринкових засадах. Усе це слід розглядати як першочергові завдання на шляху переходу на модель сталого розвитку і подолання ресурсо-екологічної кризи та оздоровлення навколишнього природного середовища.

Можливості держави щодо їх успішної реалізації як на національному, так і на регіональному рівнях визначаються в основному *трьома групами чинників*:

1. Перша, найважливіша, пов'язана з рівнями розвитку економічного і науково-технічного потенціалів держави. Сьогодні підприємства, об'єднання, фірми, цілі регіони, навіть якщо вони бажають розв'язати екологічні проблеми, здебільшого відчують гостру нестачу фінансових ресурсів не лише для вдосконалення техніко-технологічних процесів, впровадження принципово нових екологобезпечних засобів виробництва, а й для будівництва та реконструкції очисних споруд, застосування прогресивних способів і методів очищення відходів виробництва тощо.

2. Друга група чинників включає показники виробництва та якості вітчизняного екологічного обладнання, екологобезпечних технічних засобів і технологій. Саме їх дефіцит в Україні стримує інвестування природоохоронних програм і окремих заходів. Тому деякі підприємства і галузі не можуть використати навіть ті незначні кошти, що виділяються на охорону природи і вдосконалення природокористування, на поліпшення відтворення природних ресурсів, запровадження екологобезпечних, ресурсо- та енергозберігаючих технологій.

3. Третя група чинників, які характеризують обсяги затрат на екологію, оздоровлення природи і переведення економіки на модель сталого розвитку, — це застосування принципово нового макроекономічного механізму регулювання соціально-економічних процесів у державі для розв'язання ресурсо-екологічних проблем, а також нових підходів і методів оцінки

економічної ефективності витрат на ці заходи.

До речі, досі домінує точка зору, ніби інвестиції в екологію виправдані лише тоді, коли ефект від зменшення економічної шкоди, зумовленої забрудненням або деградацією природного середовища, перевищує сукупні затрати. Такий підхід сьогодні неприйнятний, особливо зважаючи на те, що методологія та методи визначення збитків надто недосконалі й мають істотні недоліки. При цьому необхідно враховувати насамперед ту шкоду, якої зазнають внаслідок забруднення і погіршення якості довкілля трудові ресурси, трудовий потенціал суспільства і здоров'я людини. Жодні економічні вигоди не можна визнати доцільними, якщо зростають показники захворюваності, інвалідності та смертності населення, погіршується його фізичне і психічне здоров'я.

Одночасно вкрай потрібна комплексність у вирішенні завдань раціоналізації природокористування та охорони природи, оскільки остання є надзвичайно складною, єдиною інтегральною системою. Комплексність, про яку останнім часом суспільство чомусь почало забувати, важлива ще й тому, що окремі галузі та сфери суспільного виробництва ставлять різні, нерідко прямо протилежні, вимоги до одних і тих самих природних ресурсів або умов навколишнього середовища. Причому основну увагу вони зосереджують, як правило, на використанні ресурсів і умов довкілля, а вирішення питань їх охорони, збереження та відтворення залишають суспільству.

Чітка послідовність дій, спрямованих на врегулювання якості навколишнього середовища як надзвичайно важливої передумови переходу на моделі сталого розвитку економіки, залежить від цілого ряду чинників. Серед них першочергового значення на сучасному етапі ринкових трансформацій в Україні набувають:

- організація моніторингу забруднень і джерел забруднення, визначення рівнів забруднення всіх складових елементів і ресурсів природного середовища та виявлення найнебезпечніших для здоров'я людини місць;
- організація системного моніторингу за трансформацією ландшафтів і агроландшафтів, зміною стану наземних і водних екосистем під впливом антропогенних навантажень;
- оцінка негативних впливів на людину й екосистеми стосовно гранично допустимих і критичних рівнів забруднень та антропогенних навантажень, а також розробка критеріїв допустимості і критичності цих впливів на різні елементи біосфери й людину;
- оцінка екологічної, економічної, соціальної та естетичної шкоди, яка завдається навколишньому середовищу внаслідок його забруднення і деградації;
- прогноз динаміки антропогенних впливів і навантажень на біосферу, а також оцінка негативних наслідків, що виникають при цьому;
- обґрунтування пріоритетних напрямів природоохоронної діяльності та розв'язання ресурсо-екологічних проблем соціально-економічного розвитку регіону, області й району з урахуванням вимог ресурсо-екологічної безпеки;
- розробка ефективних та екологічно безпечних техніко-технологічних

рішень, оптимальне, з погляду екологічних критеріїв, розміщення підприємств і виробництв, що дасть можливість істотно зменшити негативні навантаження на природу;

- визначення напрямів, способів і методів реструктуризації та модернізації екологонебезпечних виробництв і підприємств.

Отже, виникає об'єктивна необхідність створення єдиної державної системи управління, регулювання і контролю за дотриманням ресурсо-екологічних стандартів, обмежень і вимог щодо природокористування та забезпечення якості навколишнього середовища. У природи, безперечно, має бути один господар. Це, однак, ніяк не означає, що природні ресурси, зокрема земля, ліси, окремі водойми, не можуть перебувати у приватній власності. Йдеться про те, що слід створити єдиний правомочний державний орган управління, який ефективно і цілеспрямовано регулюватиме та контролюватиме процеси природокористування, відтворення, збереження, охорони і примноження природних ресурсів, підтримання на належному рівні якості навколишнього середовища, а також реалізацію заходів ресурсо-екологічного призначення відповідно до чинного законодавства та принципів сталого розвитку.

У кожному районі та області необхідно налагодити постійне спостереження за станом навколишнього середовища і змінами, які в ньому відбуваються. Йдеться про чітку систему ресурсо-екологічного моніторингу, що функціонуватиме не лише на рівні району та області, а й у розрізі окремих населених пунктів і відносно великих земельних чи лісових масивів. Це дасть можливість спостерігати за динамікою їх забруднення, ходом відтворювальних, відновлювальних та асиміляційних процесів тощо.

Наявність і нормальне функціонування моніторингових станцій, покликаних вести постійні спостереження за станом навколишнього природного середовища і окремих його ресурсів, – обов'язкова передумова цілеспрямованого та науково обґрунтованого підходу до розв'язання проблем сталого розвитку. Крім моніторингових станцій загальнодержавного рівня, у кожній області мають діяти щонайменше кілька десятків станцій регіонального і місцевого значення. Всі вони повинні здійснювати спостереження за забрудненням атмосферного повітря і концентраціями сірчаного газу, окислів азоту, вуглеводнів, визначати кислотність атмосферних опадів тощо. Подібна робота має проводитися і щодо водних, земельних, лісових ресурсів, фауни та флори.

Нарешті, ще одна надзвичайно важлива, якщо не ключова, проблема – розробка принципово нової ресурсо-екологічної стратегії соціально-економічного розвитку держави в цілому, конкретного регіону та області, визначення національних, регіональних і місцевих пріоритетів під час переведення народногосподарського комплексу на модель сталого функціонування. В основу такої стратегії слід покласти:

- пріоритет екології над економікою, ресурсо-екологічних критеріїв, показників і вимог над економічними;

- раціональне поєднання ринкових і державних економічних та

адміністративних інструментів і важелів регулювання ресурсо-екологічних відносин, тобто взаємин між суспільством і природою;

- оптимальне та взаємоузгоджене застосування методів галузевого і територіального управління природокористуванням й охороною навколишнього природного середовища, перенесення центру ваги та відповідальності за розв'язання ресурсо-екологічних проблем на місцеві органи влади й управління;

- інтеграція ресурсо-екологічного та економічного підходів до розвитку і розміщення продуктивних сил у єдиний еколого-економічний підхід шляхом розробки та застосування у господарській діяльності еколого-економічних нормативів, показників, стандартів і вимог;

- чітке визначення національних, регіональних та місцевих ресурсо-екологічних пріоритетів на «глибину» прогнозування соціально-економічного розвитку та основних напрямів розв'язання ресурсо-екологічних проблем.

Ресурсо-екологічне прогнозування в країнах Західної Європи і Північної Америки дуже поширене. Потреба в такому прогнозуванні зумовлена нарощуванням масштабів використання природних ресурсів, промислового та агропромислового виробництва і викидів в атмосферу та природні водойми, істотним погіршенням якості навколишнього природного середовища під впливом надмірних негативних антропогенних навантажень, його деградацією у деяких регіонах тощо.

Прогнозування стану довкілля і можливих його змін (із залученням фахівців різних галузей знань) у кожному регіоні та області має ґрунтуватися на даних, які об'єктивно і повно характеризують особливості розвитку промислового та агропромислового виробництва, рівень технічної оснащеності та можливості переведення галузей економіки на екологобезпечні технології, а також вплив на природні й екологічні процеси зростаючих масштабів господарської діяльності. Ресурсо-екологічні прогнози мають розроблятися одночасно з прогнозами соціально-економічного розвитку регіонів, областей і районів. Причому до цієї справи слід залучати не лише вчених, а й працівників регіональних і місцевих органів управління та фахівців окремих підприємств і галузей народного господарства.

Цілком зрозуміло, що зменшення негативного впливу забруднень на здоров'я людини неможливе без широкомасштабних ресурсо-екологічних, еколого-економічних та еколого-соціальних досліджень у країні. Значна увага має приділятися також розробці та застосуванню на практиці екологобезпечних й енергозберігаючих технологій і технічних засобів у промисловості та сільському господарстві, на транспорті тощо. Йдеться про створення таких технологій, які істотно зменшують або й зводять нанівець викиди шкідливих речовин у повітря і водойми. Водночас доцільно прискорити розробку ефективних методів вимірювання та реєстрації антропогенних забруднень атмосфери і водойм із залученням найсучасніших технічних засобів, насамперед лазерних технологій.

Перспективним напрямом ресурсо-екологічних досліджень є системне вивчення біохімічних аспектів впливу промислових та агропромислових



відходів і викидів на якість довкілля, на відтворювальні, відновлювальні й асиміляційні процеси у природі і здоров'я людини. Велику роль у розв'язанні актуальних ресурсо-екологічних проблем можуть відіграти, з одного боку, нові біотехнологічні методи очищення стічних вод, підготовки питної води та вилучення з промислових й агропромислових стоків цінних речовин і компонентів, а з другого – наукові та науково-технологічні розробки, спрямовані на значне підвищення самовідтворювальних, самовідновлювальних й асиміляційних функцій ґрунтів, водойм, особливо річок та озер.

Однак сама лише констатація тієї небезпеки, яку створюють забруднення і відходи для нинішнього та майбутнього поколінь, не дасть змоги усунути причини глибокої ресурсо-екологічної кризи, що охопила майже всю територію України. Треба нарешті зробити обов'язковим виконання ресурсо-екологічних законів і стандартів, дотримання відповідних критеріїв і обмежень в усіх галузях і сферах економіки. Має бути сформоване принципово нове еколого-економічне мислення – найважливіша передумова успішного переходу до цивілізованих ринкових відносин, з одного боку, і переведення національної економіки на модель сталого розвитку – з другого. Без утвердження такого мислення серед найширших верств населення, не кажучи вже про управлінські кадри всіх рівнів, по суті, неможливо розраховувати на створення в нашій державі високоефективної, соціально орієнтованої та екологічнобезпечної структури і моделі народногосподарського комплексу.

Проблема відходів має не тільки природоохоронний аспект. Адже вони переважно є цінними матеріальними ресурсами. І те, що ці ресурси здебільшого не утилізуються, свідчить про відсталість застосовуваних технологій, про неефективність діючого економічного механізму у сфері природокористування й охорони довкілля. Теоретично і практично існують всі можливості забезпечити економічно й екологічно ефективне використання відходів виробничої і невиробничої діяльності суспільства. Однак виконання цього завдання потребує цілеспрямованої концентрації зусиль усього суспільства. По-перше, слід домогтися комплексного використання природної сировини, включаючи вторинні матеріальні ресурси. По-друге, максимально комбінувати виробничі процеси та застосовувати в усіх галузях економіки безвідходні і маловідходні технології. По-третє, запровадити такий економічний механізм природокористування й охорони довкілля, який стимулював би комплексне використання природних ресурсів і застосування ресурсо- та енергозберігаючих, безвідходних (або маловідходних) технологічних процесів. Саме таким чином можна значно зменшити негативні антропогенні навантаження на природу, зупинити зростання обсягів відходів та істотно знизити темпи споживання первинних природних ресурсів, насамперед невідтворюваних і невідновлюваних.

У цьому контексті слід розглядати й завдання зменшення антропогенного забруднення довкілля. Воно є складовою частиною такої загальної проблеми, як тотальна раціоналізація природокористування і природоохорони, підвищення рівня ресурсо-екологічної безпеки держави та переведення її економіки на модель сталого й екологічнобезпечного розвитку. Ця

фундаментальна проблема має розв'язуватися на основі прискорення темпів екологоспрямованого науково-технічного прогресу, вдосконалення фінансово-економічного механізму у сфері природокористування та охорони довкілля з урахуванням існуючих нині взаємовідносин між економікою й екологією.

Для успішної реалізації концепції сталого соціально-економічного розвитку доцільно уже сьогодні визначити ряд модельних територій, на яких мають відпрацьовуватися регіональні схеми сталого й екологобезпечного розвитку. Це дасть змогу не лише реально оцінювати результативність і ефективність здійснення запропонованих заходів, а й вносити певні корективи до самої концепції і до механізмів та способів її втілення в життя. Крім того, необхідно створити ефективні організаційно-управлінські структури, на які можна було б покласти відповідальність за виконання цієї надзвичайно важливої роботи, котра має стратегічне значення для суспільного прогресу.

Практична реалізація концепції сталого розвитку національного і регіональних народногосподарських комплексів потребує чіткого визначення ресурсо-екологічних пріоритетів. Для їх ранжування слід застосовувати метод аналізу «затрати – результати», щоб кожна додаткова одиниця використаних виробничих ресурсів або затрачених коштів забезпечувала максимальне поліпшення навколишнього природного середовища, тобто максимальний приріст екологічного ефекту. Водночас успіх у цій справі неможливий без радикального підвищення екологічної відповідальності всіх суб'єктів господарської діяльності, природокористувачів і природозабруднювачів. Покарання, адміністративна, економічна й кримінальна відповідальність за заподіяну екологічну шкоду, за порушення вимог ресурсо-екологічної безпеки мають стати реальністю.

Згідно з чинним законодавством забезпечення ресурсо-екологічної безпеки та підтримання екологічної рівноваги на території України є безпосереднім обов'язком як державних управлінських структур, так і кожного громадянина окремо, включаючи й тих, хто займається приватним підприємництвом. Конституція України передбачає, зокрема, що кожен не лише «має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди» (ст. 50), а й «зобов'язаний не заподіювати шкоду природі.., відшкодувати завдані ним збитки» (ст. 66).

Отже, важливо, щоб будь-які проекти будівництва нових і реконструкції існуючих підприємств, створення приватних структур, реформування і реструктуризації господарської та іншої діяльності містили матеріали щодо всебічної оцінки їхнього впливу на навколишнє природне середовище і здоров'я населення. Ця оцінка має здійснюватися з урахуванням вимог природоохоронного законодавства, екологічної ємності конкретної території, де планується розміщення промислових, транспортних і агропромислових об'єктів. Слід також брати до уваги ресурсо-екологічні прогнози, враховувати наявний сумарний негативний вплив усіх народногосподарських об'єктів на навколишнє природне середовище.

Підприємства, організації та окремі товаровиробники, котрі розміщують, проектують, будують, реконструюють, технічно модернізують, вводять у дію

нові виробничі об'єкти, функціонування яких може негативно вплинути на стан довкілля або завдавати шкоди здоров'ю людей, зобов'язані подавати відповідним органам управління на місцях спеціальні заяви з метою одержання відповідних дозволів. Чинне екологічне і ресурсне законодавство України забороняє введення в дію підприємств, споруд та інших господарських об'єктів, на яких не забезпечується в повному обсязі дотримання всіх екологічних вимог.

Особливу увагу слід звернути на сферу використання й охорони земельних і водних ресурсів. Кожен суб'єкт господарювання, будь-який підприємець, товаровиробник під час розміщення, проектування, будівництва і введення в дію нових та реконструйованих об'єктів і споруд, а також у разі застосування нових технологій, технічних, агрохімічних засобів має неухильно дотримуватися екологічних і санітарно-гігієнічних вимог щодо раціонального й екологічнобезпечного використання та охорони земель і водойм. Згідно з чинним Земельним кодексом України забороняється введення в дію об'єктів і застосування технологій, які не забезпечують дотримання правових вимог захисту земель і водних ресурсів від деградації і виснаження. Розміщення об'єктів, що можуть негативно вплинути на екологічний стан водойм і земельних ресурсів, обов'язково узгоджується з місцевими органами управління в галузі охорони довкілля й раціонального використання природних ресурсів.

Проведений аналіз переконливо свідчить, що Україні вкрай потрібна послідовна державна політика, спрямована на втілення в реальну практику господарювання й суспільного життя принципів сталого соціально-економічного розвитку. Вже завершується робота над проектом Національної стратегії сталого розвитку. Після її схвалення Верховною Радою України з'явиться правовий документ, який дасть можливість безпосередньо приступити до конкретних дій, пов'язаних з реалізацією програми заходів зі сталого розвитку.

До речі, в індустріально розвинених країнах з метою зменшення забруднення навколишнього середовища, раціоналізації використання природних ресурсів, широкомасштабного застосування екологічнобезпечних, енерго- і ресурсозберігаючих технологій тощо запроваджено ефективну систему екологічної відповідальності через принцип: «Забруднюєш або нераціонально використовуєш природу — плати!». Крім того, в цих країнах законодавчо введено жорсткі економічні та адміністративні санкції до тих підприємців і товаровиробників, які не дотримуються чинних екологічних нормативів, стандартів, вимог та обмежень. Зокрема, розміри економічних санкцій встановлюються з таким розрахунком, щоб підприємствам, іншим виробничим структурам було вигідніше переходити на екологічнобезпечні, ресурсо- й енергозберігаючі технології, ніж продовжувати забруднювати навколишнє середовище і нераціонально, марнотратно використовувати природні ресурси. Саме реалізація зазначеного принципу на практиці в країнах Західної Європи та Північної Америки дала змогу за останні 25 років істотно поліпшити там ресурсо-екологічну ситуацію.

Мається на увазі підписаний Президентом України Указ «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», який є основним

дороговказом подальшого розвитку нашої держави.

Варта уваги сама назва цього документу. Адже над виробленням стратегії сталого розвитку України давно і безуспішно працювало наукова і експертна спільнота нашої держави за активної підтримки міжнародних організацій, пропонувалися різні підходи до формату зазначеного документу, його структури та основних напрямків. Втім, ще й досі навіть визначення терміну «сталий розвиток» є полемічним і включає в себе багато різних аспектів. Але це й не вкрай важливо, щоб коротко зрозуміти його суть: людина, як і будь-який організм у природі, прагне до забезпечення існування і відтворення свого роду у найбільш сприятливому середовищі і в економічно невитратний спосіб. Тобто, ми маємо винайти такий спосіб існування та розвитку, коли ми могли б з мінімальними втратами природних ресурсів і шкоди для екології забезпечити найбільш вигідні та комфортні умови для якомога довшого життя поколінь українців у даному ареалі проживання.

Так от, з огляду на євроінтеграційні прагнення нашої держави, для України на даному етапі основоположним документом має стати Стратегія сталого розвитку ЄС. Вироблена європейськими країнами ще у червні 2001 року та оновлена у червні 2006 року Стратегія має на меті визначити та запровадити заходи, за допомогою яких країни ЄС будуть здатні досягти постійного довгострокового поліпшення якості життя шляхом створення сталих спільнот, здатних управляти і ефективно використовувати природні ресурси, підвищувати екологічний та соціальний, інноваційний потенціал економіки та, врешті-решт, здатних забезпечити процвітання, охорону довкілля та єдність суспільства.

Концепція «сталого розвитку» лежить в основі моделі розвитку ЄС, націленої на те, щоб відповідати викликам сучасності, не загрожуючи можливостям майбутніх поколінь щодо задоволення їхніх потреб. Метою є поліпшення умов життя людини при збереженні його життєвого простору в коротко-, середньо- і довгостроковій перспективі.

Іншими словами, сталий розвиток держави передбачає забезпечення економічно ефективного, соціально справедливого та екологічно чистого розвитку.

Зазначена концепція була підтверджена і в прийнятому ЄС у 2010 році документі «Європа – 2020», який став стратегією розумного, сталого та інклюзивного зростання. Держави ЄС визначили п'ять амбітних цілей, які кожна країна має досягти до 2020 року. Ці цілі охоплюють такі сфери, як трудова зайнятість, інноваційний розвиток, освіта, соціальна інтеграція, клімат/енергетика.

Індикаторами успішності виконання поставлених цілей визначено п'ять ключових показників, серед яких: 75 % населення віком від 20 до 64 років мають бути працевлаштовані; 3 % ВВП держав ЄС має інвестуватися у проекти дослідження та розвитку; досягнення цілі «20–20–20», що означає скорочення на 20 % викидів парникових газів порівняно з 1990 роком; збільшення у енергоспоживанні ЄС на 20 % частки енергії, виробленої з відновлювальних джерел; збільшення на 20 % енергоефективності; частка людей з початковою

освітою не має перебільшувати 10 % і не менше 40 % молоді повинні мати вищу освіту; на 20 мільйонів менше має стати населення, яке проживає на межі бідності.

Кожна країна ЄС розробила свої власні національні цілі по кожному з цих напрямків, а також конкретні заходи на національному рівні, які необхідно вжити з метою їх імплементації.

Стратегія сталого розвитку «Україна – 2030» затвердила чотири вектори руху для нашої держави та реалізацію 62 реформ, визначила 25 ключових показників-індикаторів, за якими буде оцінено хід виконання реформ та програм, передбачених Стратегією.

Недивно, що в умовах ведення бойових дій основні індикатори стосуються переважно військового та державного сектору, а також соціального добробуту населення. Втім, сам факт схвалення зазначеного документу свідчить про те, що ми здатні діяти в часи кризи та адаптувати нашу економіку та наше суспільство до сучасних потреб, трансформуватися, щоб впоратися з нашими структурними недоліками та дати адекватну відповідь глобальним викликам сучасності.

Забезпечення ефективного впровадження положень Стратегії залежить від багатьох факторів. Значне навантаження лягає на процедурні та інституційні аспекти управлінського процесу. Наразі перед причетними міністерствами і відомствами стоїть завдання розробити план дій щодо реалізації положень Стратегії.

У цьому контексті не зайвим буде згадати вимоги, які ставляться перед державами ЄС в рамках підготовки відповідних національних стратегій сталого розвитку, і які мають стати основою відповідних кроків нашої держави у напрямку ефективної реалізації Стратегії сталого розвитку «Україна – 2030».

Тож, беззаперечною умовою успішності програм розвитку є оперування єдиними критеріями та баченнями стратегічних цілей. При цьому, зазначені цілі мають бути конкретними, дуже специфічними, реалістичними, досяжними, мати чіткі часові рамки.

Важливим елементом є зобов'язання щодо впровадження цілей, схвалені на високому рівні. У цьому контексті показники Стратегії мають стати поштовхом для дій на усіх керівних ланках влади нашої держави.

Стратегія має передбачати вертикальну та горизонтальну інтеграцію.

Вертикальна інтеграція обумовлена необхідністю приведення у відповідність до Стратегії усіх інших національних і регіональних програм.

Горизонтальна інтеграція представляє собою більш складну систему, коли відбувається поєднання екологічних, соціальних та економічних аспектів розвитку, так звана «екологізація» усіх напрямків розвитку суспільства. У багатьох країнах ЄС горизонтальна інтеграція проявляється у створенні міжвідомчих інституцій, відповідальних за реалізацію положень стратегії сталого розвитку.

Окремою передумовою ефективності впровадження Стратегії є активна участь різних зацікавлених груп у впровадженні її цілей. Це те, що названо у Стратегії суспільним договором між владою, бізнесом та громадянським

суспільством, де кожна сторона має свою зону відповідальності. Така участь може бути інформативною, консультативною або стосуватися прийняття рішень та використовувати різні інструменти та механізми забезпечення свого залучення до системи прийняття рішень, такі як, консультативний діалог, участь у міжвідомчих механізмах, підвищення обізнаності населення з проблематикою, використання Інтернет ресурсів для пропагування цілей сталого розвитку.

Найважливішою умовою успішної реалізації Стратегії сталого розвитку України є вироблення ефективного імплементаційного механізму та розбудова потенціалу та спроможності як на державному рівні, так і на рівні окремо взятих суб'єктів. Стратегія має підкріплюватися виробленням дієвих механізмів її реалізації з чітко закріпленими сферами політичної відповідальності (забезпечення фінансування, річні плани дій, закріплена відповідальність за конкретними міністерствами і відомствами), а також розбудовою адекватної інституційної бази та підвищенням інституційного та персонального потенціалу для забезпечення виконання її цілей.

У цьому контексті важливу роль має відігравати постійний моніторинг та оцінка стану виконання пунктів Стратегії (якісність та кількісність виконання відповідних заходів), підготовка звітів щодо результатів реалізації Стратегії. Положення Стратегії та стратегічні індикатори мають на постійній основі оновлюватися, відповідаючи викликам часу та новим реаліям розвитку, а також міжнародним зобов'язанням.

Перше таке оновлення стратегії сталого розвитку України має відбутися вже восени цього року і пов'язане це з розробкою цілей сталого розвитку, робота на якими ведеться в рамках Генеральної асамблеї ООН. Планується, що у вересні цього року держави-члени ООН на засіданні Генеральної асамблеї ООН схвалять оновлений список цілей сталого розвитку. На сьогодні створена в рамках цього механізму робоча група запропонувала список із 17 цілей та 169 завдань, які визначатимуть політику сталого розвитку держав на найближчу перспективу. На їх основі будуть корегуватися і регіональні і національні плани забезпечення сталого розвитку, які, у своїй сукупності, мають стати основою подальшого розвитку людства шляхом дбайливого ставлення до природи, забезпечення своїх потреб екологічно невиснажливими методами виробництва, подолання найбільш загрозливих викликів сучасності.

Цікавим є вже той факт, що у сучасному світі вже дещо змінилися підходи до визначення основних пріоритетів подальшого розвитку. На відміну від попередніх концепцій, коли в основу було покладено необхідність досягнення Цілей розвитку тисячоліття, сьогодні основна увага зосереджується на виробленні Цілей сталого розвитку. Таким чином, держави дійшли висновку, що парадигма сталого розвитку є тією основою, яка поєднує в собі усі аспекти розвитку. А, отже, порядок денний глобального розвитку після 2015 року поєднає два глобальні процеси, якими є Цілі розвитку тисячоліття та Цілі сталого розвитку, у один єдиний глобальний процес, в основі якого лежить парадигма сталого розвитку.

У цьому контексті перед нашою державою вже на цьому етапі постало

декілька питань, від відповідей на які залежить успішність реалізації стратегії сталого розвитку нашої держави.

Перш за все, концептуалізація процесу вимагає визначення інституцій та учасників, що відіграють першочергову роль в успішній імплементації Стратегії. Розподіл компетенції між ними, послідовність в їх діях та їх взаємопідтримка та взаємозамінність стануть тією основою, на якій будуватиметься уся подальша політика у напрямку забезпечення сталого розвитку держави.

По-друге, важливим елементом є оцінка та визначення того, які кроки та заходи можуть бути найбільш ефективно впровадженні на різних рівнях державного сектору із залученням скоординованих дій різних інституційних механізмів та зацікавлених груп, а також те, яким чином ці заходи можуть позитивно чи негативно впливати на забезпечення взаємодії між різними показниками цілей сталого розвитку.

І, по-третє, перед початком процесу імплементації програми сталого розвитку України необхідно чітко відповісти на питання, чи мають наявні інституційні структури України у своєму розпорядженні достатні можливості та політичні інструменти для ефективного реалізації положень Стратегії сталого розвитку. Адже, політика сталого розвитку вимагає багаторівневий механізм прийняття рішень, багаторівневу координацію та взаємодію та залучення великої кількості учасників до її реалізації.

Найбільш проста відповідь на останнє запитання — це створення єдиного координаційного інституту, покликаного об'єднати зусилля усіх учасників процесу для досягнення єдиної мети щодо виведення України на провідні позиції у світовій системі екологічної безпеки та досягнення економічного зростання всередині країни завдяки поступовому переходу на екологічно-чистий цикл промислового виробництва та екологічно невиснажливі джерела енергії.

Які ж державні інститути в країнах ЄС є відповідальними за реалізацію стратегій сталого розвитку?

Відповідно до дослідження, проведеного Офісом Європейської мережі сталого розвитку протягом листопада 2014 – січня 2015 рр., центральну роль у процесі вироблення та реалізації стратегій сталого розвитку в Європі відіграють міністерства закордонних справ. Так, вони очолюють цей процес в Бельгії, Нідерландах, Польщі, Словенії, Швеції. В інших країнах, таких як Австрія, Німеччина, Естонія, Фінляндія, зазначена діяльність поділена між міністерствами закордонних справ та міністерствами екології. У багатьох державах створені окремі міжвідомчі інститути — робочі групи, комісії, комітети, відповідальні за визначення національних стратегій сталого розвитку.

У Латвії діє спеціальний Координаційний міжсекторальний центр — окремий офіс під безпосереднім керівництвом Прем'єр-міністра, який забезпечує координацію політики, узгодженість і відповідність між усіма національними програмними документами, здійснює моніторинг виконання стратегії, готує і координує довгострокові і середньострокові документи з планування національного розвитку. У Люксембурзі основну роль відіграє

Міжвідомча комісія з питань сталого розвитку, до якої входять представники усіх міністерств та місцевих адміністрацій. У Швейцарії політикою сталого розвитку опікується окремий державний інститут — Швейцарське агентство розвитку та співробітництва.

Підсумовуючи вищенаведені факти, можна з певністю констатувати, що схвалення Стратегії сталого розвитку «Україна – 2030» за певних обставин може та повинне стати тією рушійною силою, яка не лише наблизить нашу державу до передового європейського досвіду щодо забезпечення сталого розвитку, але й сприятиме швидкому виходу з економічної кризи.

Тими обставинами, які сприятимуть цьому процесу, є: поєднання міжнародного та національного порядку денного щодо забезпечення сталого розвитку; посилені міжсекторальна інтеграція та чітка політична воля; взаємодія влади та суспільства, цілеспрямована участь у цьому процесі «звичайних» пересічних громадян; безперервна взаємодія, координація та співробітництво; механізми взаємної відповідальності та оцінки стану виконання; конкретні плани дій щодо реалізації положень Стратегії; чітка система моніторингу, яка забезпечує узгодженість усіх державних програм і заходів з цілями, закріпленими у Стратегії сталого розвитку.

За умов тривалого процесу переходу України на засади сталого розвитку та через брак достатніх фінансових та людських ресурсів для його належного впровадження, участь нашої держави у міжнародному співробітництві щодо забезпечення сталого розвитку перетворюється на джерело здійснення національних реформ та інституційних перетворень всередині держави.

Активна участь України у процесі формування глобальної та європейської політики сталого розвитку дає можливість не лише інтегруватися у світову систему в якості повноправного учасника, але й впливати на її розвиток, використовувати у повному обсязі увесь наявний потенціал для відстоювання своїх національних інтересів.

Таким чином, основні пріоритети України у сфері міжнародного співробітництва щодо сталого розвитку мають реалізовуватися через інтеграцію відповідної політики України до програм європейської спільноти; вдосконалення та приведення у відповідність до європейських норм і стандартів правової, нормативно-методичної та інституціональної бази України у сфері сталого розвитку; залучення до розбудови світової системи екологічної безпеки, як складової системи підтримання міжнародної стабільності; активна участь у подальшому розвитку багатосторонніх домовленостей та роботі міжнародних інституцій, відповідальних за визначення подальшої стратегії сталого розвитку.

### **?** Питання для самоконтролю:

1. Які головні причини забруднення довкілля в Україні?
2. Що означає сталий розвиток будь-якої країни?
3. Що належить до найважливіших передумов переходу України на модель сталого розвитку на національному та регіональному рівнях?



4. Які дії треба здійснювати на шляху переходу на модель сталого розвитку і подолання ресурсо-екологічної кризи та оздоровлення навколишнього природного середовища?
5. Якими групами чинників визначаються в основному можливості держави, щодо їх успішної реалізації як на національному, так і на регіональному рівнях?
6. Які чинники набувають першочергового значення на сучасному етапі ринкових трансформацій в Україні?
7. Чим зумовлена потреба в ресурсо-екологічному прогнозуванні в Україні?
8. Який перспективний напрям ресурсо-екологічних досліджень?
9. Що доцільно уже сьогодні визначити для успішної реалізації концепції сталого розвитку?
10. Що має стати основоположним документом для України, з огляду на євроінтеграційні прагнення нашої держави?
11. Що передбачає сталий розвиток нашої держави?
12. Які ключові показники є індикаторами успішності виконання поставлених цілей в?
13. Які основні положення затвердила стратегія сталого розвитку «Україна – 2030»?
14. Чим обумовлена горизонтальна інтеграція стратегії сталого розвитку?
15. Чим обумовлена вертикальна інтеграція стратегії сталого розвитку?
16. Що є найважливішою умовою успішної реалізації Стратегії сталого розвитку України?
17. Які можливості дає активна участь України у процесі формування глобальної та європейської політики сталого розвитку?

### **2.3 Сталий розвиток в еколого-технологічному вимірі**

Тривалий час домінував принцип – одержання максимальної вигоди при мінімальних затратах. При цьому мали місце неузгодженість темпів економічного розвитку і вимог екологічної безпеки, домінування природомістких галузей з високою питомою вагою ресурсо- і енергомістких застарілих технологій, сировинна орієнтація експорту, мілітаризація виробництва, відсутність культури праці та споживання тощо.

Все це привело до формування техногенного типу економічного розвитку. І, як наслідок, нині антропогенне навантаження на природу наближається (а в деяких регіонах України наблизилося) до граничної межі її екологічної стійкості. За нею починаються кризові та катастрофічні зміни в природі, що негативно впливає на життєдіяльність людини і суспільства.

Під техногенним типом розвитку слід розуміти природоємкий (природоруйнуючий) тип розвитку, що базується на використанні штучних засобів виробництва, створених без урахування екологічних обмежень.

Характерними наслідками такого розвитку є глобальні проблеми — результат тривалого історичного розвитку антагоністичного суспільства; не досить раціональне і ефективне використання природних ресурсів і досягнень науки і техніки державами; суперечливість процесів взаємодії людини, суспільства і природи. Глобальні проблеми – закономірний наслідок, результат техногенного впливу на всі компоненти біосфери. Глобальні проблеми поділяються на три групи.

Перша група глобальних проблем охоплює, насамперед, проблеми збереження миру і припинення гонки озброєнь, відвернення термоядерної війни, збереження світової цивілізації. Прогрес людства безпосередньо зв'язаний з науково-технічною революцією, з якісним стрибком в продуктивних силах людства, але й з якісним стрибком у засобах руйнування, у військовій справі, вперше в історії, що наділила людину реальною можливістю знищити всіх живих на Землі. В світі нагромаджені засоби масового знищення, достатні для багаторазового знищення всього живого на планеті. Світова війна може привести до загибелі світової цивілізації. Який може бути для людини вибір між життям і смертю? Звідси єдиний реальний шлях – загальне і повне роззброєння, формування у всіх людей планети такого політичного мислення, що відображало б принципи гуманізму, рівності та соціальної справедливості, здатне розірвати безповоротно з думкою та дією, що століттями будувалися на прийнятності, допустимості війн і збройних конфліктів.

Друга група — проблеми, зв'язані з взаємостосунками людини і суспільства (проблема зростання населення та ін.). Чисельність населення Землі в 2017 році досягла позначки в 7 405 107 650 чоловік. Якщо й надалі населення світу зростатиме вздовж теперішньої кривої, то воно досягне 9 млрд до 2042 року.

Третя група – проблеми, зв'язані зі взаємовідносинами людини і природи (енергетична, сировинна, продовольча, охорона навколишнього середовища та ін.). Проблеми, зв'язані з взаємодією людини і середовища проживання, суспільства і природи — загальнолюдські. В одному з документів ООН говориться, що «в історії людства виникає криза всесвітнього масштабу — криза навколишнього середовища. Стає очевидним, що при розвитку існуючих тенденцій, життя на Землі поставлене під загрозу». Щорічно в атмосферу викидається близько 145 млн тонн двоокису сірки, 250 млн тонн пилу і 70 млн тонн газу, в водосховища потрапляє близько 32 куб. км. неочищених промислових вод, вирубуються та гинуть ліси на всій території планети. Через викиди різноманітних газів, за даними вчених, в Антарктиді утворилася діра в озоновому шарі. Головне лихо навіть не в дірі над Антарктидою, а в тому, що тонкий озоновий шар, що надійно захищає від смертоносних ультрафіолетових випромінювань, став тонше скрізь.

Величезна кількість різноманітних речовин, що утворюються як побічні результати виробничої діяльності, потрапляє в гідросферу - океани, моря, ріки, озера, підземні води. За сучасними даними, об'єм всієї води, наявної на планеті, становить 1,4–1,6 млрд. куб. км. Близько 94 % її зосереджене в Світовому океані, частина — в льодовиках, ґрунті, в атмосфері. Прісна ж вода, що,

насамперед, необхідна людині, складає тільки 2 % від об'єму всієї гідросфери і розподіляється по планеті вкрай нерівномірно. В деяких промислово розвинених країнах забруднюється до 25–30 % всього річкового стоку. Про якість таких вод не потрібно говорити: несуть відпрацьовані технічні масла, пестициди, нітрати, фосфати, свинець тощо. Дедалі більше приковує увагу становище Світового океану, що став стічною ямою планети: практично все, що людство скидає в ґрунт, у внутрішні водосховища, ріки, рано або пізно виявляється в океані. Особливу небезпеку становлять відходи, що потрапляють в океан безпосередньо, минаючи ріки. Це нафта, тощо. Людство не повинно переходити меж, за якими самоурегулювання біосфери порушується, — такий основний висновок з екологічної ситуації, що склалася.

Всі глобальні проблеми сучасності концентруються на проблемах людини — її житті, здоров'ї, розвитку свідомості та самопізнання тощо. Глобальні проблеми — загальнолюдські інтереси, що порушують життєві інтереси всіх людей, народів, країн, континентів, їх вирішення не може бути справою одної або групи держав. Тут необхідне співробітництво в загальносвітовому масштабі, тісна, конструктивна взаємодія більшості країн. В сучасних умовах дедалі гостріше і гостріше стають проблеми: ресурсів, екології, демографічна і продовольча.

Дедалі ясніше, що в якому стані природне оточення, в якій мірі забезпечується його здоровий характер, таке і становище здоров'я людини. Вже очевидно, що рівновага біосферних процесів, яка порушується господарською діяльністю людини, відновлюється поволі, що біосфера працює на межі. А це відбивається на стані людського організму. Звичайно ж, внаслідок розвитку цивілізації багато недугів переможені, а санітарно-гігієнічні умови праці на виробництві та в побуті непорівнянні з колишніми. Але це ще не означає, що життя людини не в небезпеці. І індустріалізація, і урбанізація, нові умови праці та побуту, механізація і автоматизація виробництва тощо — все це теж осередки, які впливають на здоров'я людини. Іде процес формування нового з цілого ряду матеріально-технічних, хімічних, радіаційних і психологічних властивостей навколишнього середовища, що виявляє інший, у порівнянні з природним середовищем, вплив на людину.

Для техногенного типу економічного розвитку притаманні значні екстерналії, або зовнішні ефекти. У природокористуванні їх можна охарактеризувати як негативні еколого-економічні наслідки економічної діяльності, які не приймаються до уваги суб'єктами цієї діяльності.

Будь яка країна, що стала на шлях науково-технічного прогресу та широкомасштабного використання його результатів, вже не може і не повинна ігнорувати такі об'єктивні чинники, як вичерпаність багатьох природних ресурсів, насамперед невідтворювальних і невідновлюваних, вразливість навколишнього середовища, екологічну стійкість та екологічну місткість довкілля, межі його екологічної міцності і опірності щодо негативних і шкідливих антропогенних впливів тощо.

Всі ці чинники необхідно всебічно враховувати в господарській діяльності і при визначенні темпів та масштабів соціально-економічного

розвитку на майбутнє. Цей розвиток має бути врівноваженим і адекватним екологічній ситуації, узгоджуватися з природничими законами. А це можливо тільки за умови, що виробниче господарська діяльність суспільства ґрунтуватиметься на концепції сталого екологічного розвитку.

Теорія сталого розвитку є не тільки найбільш популярною теорією (сотні конференцій, тисячі монографій, підручників і т. д.), але і цілком «практичною» теорією: всі розвинені держави світу виразили прагнення слідувати у напрямі до сталого розвитку.

Практично всі концептуальні і «поважаючи себе» офіційні державні і міжнародні документи за останні роки в якості базової ідеології використовують поняття сталого розвитку.

Центральне місце в понятті сталого розвитку займає проблема врахування довгострокових екологічних наслідків. Необхідна мінімізація негативних екологічних наслідків, майбутніх екстерналій для наступних поколінь. Неможна жити за рахунок своїх дітей і внуків, неможна витратити природну скарбницю тільки для себе.

Таким чином, проблема екологічних обмежень, компромісу між поточним і майбутнім споживанням повинна бути основною при визначенні темпів соціально-екологічного розвитку для будь-якої країни.

Як показує історія людства, радикальні економічні зміни останніх років, проекти і заходи, здійснювані відповідно до природних закономірностей, на тривалому тимчасовому інтервалі виявляються економічно ефективними.

І навпаки, економічні проекти, що приносять швидкі і значні вигоди, але здійснені без урахування довгострокових екологічних наслідків, екстерналій, в перспективі часто виявляються збитковими. Отже, для тривалого інтервалу часу дуже часто вірний простий принцип «що екологічне, те економічне».

Серед економічних показників ефективними критеріями сталого розвитку є зменшення природоємності економіки.

Потрібно відмітити важливість зміни споживацької поведінки людей. Перехід до сталого розвитку передбачає обмеження потреб в товарах і послугах, на відміну від техногенного розвитку з його максимізацією споживання, подальшим розквітом суспільства. Із суто споживацького погляду, чим більше продукції на душу населення виробляється в державі, тим краще. Але збільшення продукції виробництва збільшує техногенне навантаження на природу і потребує значних додаткових витрат на екологічні заходи.

Це останнє зумовлює необхідність визначення оптимального співвідношення між виробництвом продукції на душу населення країни і кількістю шкідливих відходів на одиницю поверхні її території. Девізи «Більше споживайте», «Кожному члену сім'ї по автомашині» і т. д. явно вступають в суперечність з можливостями біосфери. Для зміни поведінки важливі екологічне виховання і освіта.

Для більш детального аналізу сталого розвитку використовуються поняття слабкої стійкості і сильної стійкості.

Прихильники сильної стійкості займають жорстку, часто «анти-економічну» позицію з багатьох питань економічного розвитку: стабілізація або

зменшення масштабів економіки, пріоритет прямого регулювання, жорстке обмеження споживання і т. д.

Прихильники слабкої стійкості віддають перевагу модифікованому економічному зростанню з урахуванням екологічного вимірювання економічних показників, широкому використанню еколого-економічних інструментів (плата за забруднення і т. д.), зміна споживацької поведінки і т. д.

При всіх відмінностях позицій обидві вони *протистоять техногенній концепції розвитку*, яка базується на необмеженому розвитку вільного ринку, орієнтації на чисто економічне зростання, експлуатацію природних ресурсів, вірі в нескінченні можливості науково-технічного прогресу, максимізації споживання і т. д. (звичайно, самі прихильники техногенного підходу на словах виступають за охорону природи, однак їх підходи і дії часто носять антиекологічний характер).

Істотна відмінність перерахованих трьох підходів полягає у відношенні до можливої заміни природного капіталу на штучний (антропогенний). У якій мірі можлива заміна природних ресурсів, благ на засоби виробництва, що створюються людиною? Техногенний підхід говорить про нескінченні можливості заміни природного капіталу внаслідок розвитку вільного ринку і технічного прогресу.

Прихильники слабкої стійкості виступають за самі широкі можливості такої заміни, однак при збереженні загального агрегованого запасу капіталу. У концепції сильної стійкості передбачаються лише мінімальні можливості заміни природного капіталу на штучний.

На думку багатьох вчених, що займаються розробкою концепції сталого розвитку, головним пріоритетом повинний стати розгляд цілісного еколого-економічного підходу до економічного зростання, зміни техногенного типу розвитку на сталий. Необхідні зміна існуючої економічної парадигми, нові концепції збалансованого і сталого розвитку для запобігання глобальним і локальним екологічним кризам.

### **Сталий розвиток, техногенна безпека і роль інженерії**

Найважливішим компонентом забезпечення сталого безпечного розвитку все більшою мірою (якщо не в головній) стає безпека в природній та техногенній сферах.

XX сторіччя показало, що велика кількість науково обґрунтованих оптимістичних прогнозів розвитку особистості, суспільства, держав і людської цивілізації не справдилося або виправдалося лише частково. Інтенсивний розвиток наукових досліджень в середині XX століття, прискорений науково технічний прогрес обіцяли до кінця століття вирішення глобальних проблем людства - забезпечення теплом і енергією, продовольством і житлом, медичне і соціальне обслуговування, культурний розвиток і освіту, збереження і поліпшення стану навколишнього середовища, підтримку особистості, забезпечення колективної і національної безпеки.

Прогресивні технології, атомна енергія, ракетно-космічна техніка, електроніка, обчислювальна техніка, глобальні комунікаційні та інформаційні системи, робототехніка, біотехнології та генна інженерія давали надії на істотне

перетворення і розвиток природно-техногенної сфери в інтересах людини і суспільства. Однак, світові війни (із застосуванням зброї масового ураження - хімічного, бактеріологічного і атомного), локальні і регіональні військові конфлікти, найбільші техногенні катастрофи на ядерних і хімічних об'єктах, на транспортних і технологічних комплексах, в поєднанні з руйнівними стихійними лихами забрали десятки мільйонів людських життів, завдали каліцтва сотням мільйонів людей, вивели з ладу великі території, зіставні з територіями великих держав. В результаті з'явилися сумніви в безумовній позитивності прогресу.

Зараз не існує реальної концепції, яка пропонувала б людству як спосіб його існування що-небудь крім безперервного розвитку, а в якості форми розвитку — що-небудь крім технічного прогресу. Очевидно, інший спосіб існування земної цивілізації, крім прийнятого зараз, на сучасному етапі розвитку людства, принципово неможливий. Тому, незважаючи на всі небезпеки, що породжуються технічним прогресом — вдосконалення зброї, загроза катастроф, самоотруєння, проїдання невідновлюваних ресурсів, деградація основних систем життєзабезпечення, скорочення генетичного різноманіття життя на Землі і багато інших, людству доведеться в цілому йти цим шляхом. Але тоді йому необхідно знайти способи і вжити енергійних заходів для радикального пом'якшення негативних наслідків цього процесу.

При цьому необхідно враховувати, відбувається трансформація двох епох: «технічної» у «технологічну». Різниця між ними величезна, оскільки сьогодні спосіб виробництва (технологія) стає не менш важливим, ніж сам продукт. Раніше допускалося досягнення якості продукції «за всяку ціну». У майбутньому цінність товару буде визначатися, поряд з високими споживчими властивостями, його технологічністю, рентабельністю з економічної і соціальної точок зору, високою екологічністю.

Два останніх десятиліття ХХ століття пройшли під усвідомленням неприпустимості збереження в наступному столітті негативних наслідків зазначених вище динамічно наростаючих катастрофічних процесів у техногенній та природній сферах. У зв'язку з цим ХХІ століття неможливе без скоординованих на національному та міжнародному рівнях зусиль вчених, інженерів, фахівців-управлінців на галузевому, регіональному і міжнародному рівнях, без широкого спектра фундаментальних і прикладних досліджень, без вироблення єдиних стратегічних і тактичних підходів до одночасної оцінки позитивних і негативних ефектів розвитку техносфери.

У ХХІ столітті осмислено змінюються підходи до техногенної безпеки. В якості пріоритетного завдання ставиться мінімізація ризиків і збитків для людини, суспільства, держави і всієї людської цивілізації при регульованих і керованих процесах в технологічній сфері. При цьому підвищення рівня загальної безпеки техногенної сфери має базуватися на двох взаємодоповнюючих і взаємоконкуруючих видах безпеки техногенної сфери: техногенної та технологічної.

Забезпечення і підвищення техногенної безпеки означає зниження ризиків техногенних аварій і катастроф при збереженні стабільного або

прискореного розвитку техногенної сфери. Саме зниження ризиків техногенних аварій і катастроф потребують в XXI столітті перелому в двох найбільш негативних трендах — безперервного щорічного зростання (на 3–10 %) ймовірності виникнення і розвитку аварійних і катастрофічних ситуацій при одночасному щорічному збільшенні збитків (на 2–6 %) від аварій і катастроф. Ці трендові показники ризиків здатні виключити можливість економічного відродження нашої країни навіть при дуже оптимістичному щорічному зростанні ВВП на 3–5 % в перші десятиліття XXI століття.

Забезпечення і підвищення технологічної безпеки потребує раціонального і державного регулювання прискореного розвитку критичних технологій, оновлення та нарощування технологічного парку, збільшення обсягів промислової продукції для цивільного і оборонного комплексів країни. Отже, найзагальніші тенденції та характеристики забезпечення безпеки техногенної сфери складають одне з першочергових завдань - розробку концепції і стратегії взаємопов'язаної державної політики і програм в області як техногенної, так і технологічної безпеки. Забезпечення, регулювання і підвищення в XXI столітті техногенної безпеки, як однієї з найважливіших частин безпеки техногенної сфери, повинно ґрунтуватися на формуванні ряду науково-технічних, інженерних і соціально-економічних пріоритетів державної політики.

В першу чергу, потрібна розробка і розвиток фундаментальних основ теорії безпеки техногенної сфери.

По-друге, треба провести комплексне обґрунтування ролі людського фактора, як одного з основних джерел техногенних загроз і як одного з базових бар'єрів при розвитку катастрофічних ситуацій на всіх етапах формування і реалізації науково-технічної політики в галузі забезпечення безпеки техногенної сфери.

По-третє, необхідно здійснити перехід від принципів неприпустимості аварій і катастроф до принципів керованих, припустимих і неприйнятних ризиків з введенням нових економічних механізмів регулювання розвитку техногенної сфери і підвищення техногенної безпеки (декларування безпеки, планування і страхування ризиків, оцінка ефективності заходів щодо зниження ризиків).

Реалізація засад розвитку техногенної безпеки є складовою частиною концепції сталого розвитку. В рамках реалізації цих пріоритетів повинні бути реалізовані наступні дії:

- створення нової і розвиток діючої правової та нормативної бази, заснованої на концепції ризиків техногенних катастроф з введенням в них базових показників ризиків і безпеки в техногенній сфері;
- переведення єдиної державної системи попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій (РСЧС) на плановане і першочергове реагування не на окремі, а на інтегральні ризики;
- введення в бюджетне асигнування на федеральному, регіональному і місцевому рівнях нових спеціальних позицій, які відображають одночасно показники зниження ризиків і податкові відрахування;
- перехід на безперервну сертифіковану систему підготовки та

перепідготовки кадрів усіх рівнів з проблем техногенної безпеки (від вищих державних службовців до студентів і школярів).

Рішення кожної з перерахованих вище проблем у відповідному обсязі сприятиме досягненню нового, підвищеного рівня техногенної безпеки в високоризикових галузях і об'єктах техногенної сфери цивільного і оборонного комплексів та буде сприяти стабільному сталому розвитку держави.

### **Основи сталого керування ресурсами**

Проблема ресурсів необхідних людству для підтримки його нормальної життєдіяльності, стає гостріше і настійніше. Використання найважливіших відновлюваних ресурсів наближається в сучасних умовах до своєї межі, хоча здійснюється нерівномірно: в одних країнах щорічно з господарського обороту випадають мільйони гектарів еродованих земель, величезні ділянки повністю знищеного лісу, басейни отруєних рік; в інших — і ріки, і ліси, і ґрунти залишаються майже в незайманому стані. Це посилює процес негативних змін на поверхні планети, розгойдує «гойдалки» біосферної рівноваги.

Загалом в Україні переважало нераціональне природокористування, яке не забезпечувало збереження природного середовища. Часто воно зводилося до хижацького вичерпування природних ресурсів, масового неконтрольованого забруднення довкілля та суцільного знищення природних ландшафтів. Унаслідок цього нині багато компонентів природного середовища в Україні перебувають у пригніченому стані, їх здатність до самовідновлення послаблена. Подібна ситуація характерна для багатьох країн світу.

Однією з найгострішою з проблем є проблема ґрунтових ресурсів. За підрахунками вчених, в сучасних умовах під сільськогосподарські культури на Землі використовуються 1,5 млрд. га або 10–11 % всієї суші, а разом з пасовищами і луками людина використовує 23–30 % суші, а з продуктивними лісами — більше 50 %. Малопродуктивно використовується і перебуває в несприятливих кліматичних умовах приблизно близько 50 % всієї поверхні суші. Це свідчення того, що ґрунтовий покрив Землі експлуатується надто високо. Щорічно до 7–8 млрд га родючих земель через високу експлуатацію виходить з ладу. Звідси площа земельних ресурсів, що припадає на одну людину, скорочується на 2 %, а площа продуктивних угідь — навіть на 6–7 %. Ці втрати практично безповоротні.

Гостру тривогу викликає і становище невідновлюваних ресурсів. На початку XXI століття при сучасних темпах і методах видобутку різноманітних порід видобуток досягає 600 млрд. тонн. Це означає, що алюмінію вистачить лише на 570 років, заліза — на 250, олова — на 35, міді — на 29, цинку — на 23, свинцю — на 19 років та ін. В 2500 р. людство повністю витратить запаси всіх металів, причому видобуток свинцю, цинку, олова, золота, срібла, платини, нікелю, молібдену, вольфраму, міді розрахований до 2050–2100 р. І це далеко не самий песимістичний прогноз. Особливо гостро стоїть проблема енергетичних ресурсів. Без великих енергетичних витрат неможливо ані економічний розвиток, ані зміцнення оборонної могутності будь-якої країни, ані охорона навколишнього середовища, ані сучасне сільськогосподарське виробництво тощо.



Подальший розвиток національних економік за таким зразком призвів би до самознищення людського суспільства. Усвідомлення цієї небезпеки спонукало світове співтовариство до пошуку шляхів виходу із загрозливого становища. Наприкінці ХХ ст. ним прийнято концепцію сталого розвитку людства.

Сталий розвиток передбачає таке використання природних ресурсів теперішніми поколіннями, яке б не ставило під загрозу існування майбутніх поколінь. Техногенне навантаження на природне довкілля не повинно перевищувати його можливостей до самовідновлення. Необхідною умовою реалізації цієї концепції є усвідомлення суспільством переваги екологічних цінностей над іншими.

Надзвичайно важливим завданням концепції сталого розвитку в Україні є перехід до раціонального природокористування. Воно передбачає активне впровадження низки заходів у різних галузях життєдіяльності суспільства – промисловості, сільському господарстві, будівництві, транспорті, житлово-комунальному господарстві, сфері обслуговування і відпочинку населення. Ці заходи можуть мати різний характер: технічний (вдосконалення існуючих і розробка нових технологічних процесів), економічний (встановлення плати за спожиті ресурси, економічних санкцій за заподіяння шкоди навколишньому середовищу), юридичний (розробка і прийняття національного природоохоронного законодавства, приєднання до міжнародних угод), освітньо-виховний (формування екологічної культури населення), громадський (контроль за екологічною ситуацією з боку громадськості).

Заходи щодо раціонального природокористування та сталого керування ресурсами здійснюються за трьома основними взаємозв'язаними напрямками.

#### 1. Економна експлуатація природних ресурсів (або ресурсозбереження).

Передбачає зменшення затрат сировини, палива, енергії для виробництва різних видів продукції. Для цього необхідно впроваджувати ресурсо- та енергозберігаючу техніку і технології у промисловості, сільському господарстві, на транспорті та в інших галузях господарства. У наш час в Україні на виробництво одиниці продукції витрачається у кілька разів більше сировини та енергії, ніж у розвинутих країнах Західної Європи.

Великі можливості економії має комплексне використання ресурсів. Майже всі види природної сировини містять супутні компоненти. Наприклад, у залізних рудах є германій, скандій, ванадій, золото, срібло, вісмут, стронцій, нікель, титан, уран. А нині з руди, крім заліза, вилучають в Україні не більше двох додаткових компонентів, решта йдуть у відвали. Залишкові продукти гірничодобувної промисловості (породи, що утворилися при розкриванні копалин або після вилучення корисних компонентів) можна використовувати у будівництві.

Істотну економію дозволяє здійснити повернення в господарський обіг матеріалів, які містяться у промислових, сільськогосподарських, побутових та інших відходах. Наприклад, у сільському господарстві з давніх-давен використовуються органічні сільськогосподарські та побутові відходи у вигляді гною та компосту. Багато використаних матеріалів (металобрухт, макулатура

(картон і папір), скло, пластик, гумові шини, тканини, технічні оливи) стають вторинними ресурсами. Вони задовольняють нині 40 % потреб світової промисловості, тоді як в Україні – менше 5 %.

## 2. Зменшення і очищення викидів у довкілля та знешкодження відходів.

Щорічно в Україні утворюється близько 1 млрд. т газоподібних, рідких і твердих відходів виробництва та споживання. Багато з них містять шкідливі для людини і природного довкілля речовини. Великі площі займають нагромадження відходів видобування і переробки корисних копалин та звалища сміття. Значним чинником отруєння довкілля є хімізація сільського господарства.

Щоб зменшити та очистити викиди впроваджують маловідходні і безвідходні технології, замкнуті цикли водокористування; стічні води та пилогазові викиди пропускають через спеціальні очисні станції і агрегати, де знезаражують, вловлюють або знешкоджують забруднюючі домішки; переводять транспортні засоби на екологічно безпечні види палива (наприклад, біопаливо); створюють зелені зони уздовж автомагістралей, у містах і навколо них. Перехід на землеробство, яке застосовує органічні добрива й біологічні методи захисту рослин від шкідників і бур'янів, дасть можливість виключити застосування отрутохімікатів і мінеральних добрив.

Очистити середовище від існуючих нагромаджень промислових відходів і сміттєзвалищ та запобігти утворенню нових дає можливість утилізація – використання відходів як вторинних ресурсів. Металобрухт, макулатура, склотара йдуть у повторне виробництво, «пуста» порода служить сировиною для виробництва будматеріалів, розроблено способи переробки хімічних матеріалів. Сільськогосподарські, продовольчі відходи, тирса й залишки деревини, текстиль є сировиною для виробництва палива. Важливою початковою ланкою утилізації побутового сміття є сортування, яке може здійснюватися як на сміттєпереробних заводах, так і самим населенням.

## 3. Охорона й відтворення природних умов і ресурсів.

Цей напрям передбачає заходи щодо збереження і примноження біологічного розмаїття, охорони джерел і малих річок, збереження ґрунтів і відновлення їх родючості, лісовідновлення, охорони ландшафтів тощо. Дедалі більш актуальною в Україні є рекультивация – комплекс робіт, спрямованих на відновлення порушених земель. Завдяки цьому на місці колишніх кар'єрів, відвалів чи смітників можна знову побачити природні ландшафти, сільськогосподарські угіддя або ж місця для відпочинку людей.

Проведення природоохоронних заходів – це важливе завдання держави і місцевих органів влади. Їх здійснення потребує чималих коштів, зусиль, пошуку нових рішень. Проте невиконання їх ставить під загрозу існування майбутніх поколінь. Збереження довкілля великою мірою залежить від кожного з нас, від усвідомлення нерозривності наших зв'язків з природою, від нашої громадянської позиції і часто від нашого щоденного поведіння.

Можна виділити чотири критерії сталого розвитку на тривалу перспективу. Даний підхід базується на класифікації природних ресурсів і динаміці їх відтворення:

1. Кількість відновлюваних природних ресурсів (земля, ліс і т. д.) повинна принаймні не меншати протягом часу, тобто повинен бути забезпечений принаймні режим простого відтворення. (Наприклад, для земельних ресурсів це означає збереження площі найбільш цінних сільськогосподарських угідь або у разі зменшення їх площі збереження/збільшення рівня виробництва продукції землеробства, кормового потенціалу земель для сільськогосподарських тварин і т. д.).

2. Максимально можливе сповільнення темпів вичерпання запасів невідновлюваних природних ресурсів (наприклад, корисних копалин) з перспективою в майбутньому їх заміни на інші нелімітовані види ресурсів. (Наприклад, часткова заміна нафти, газу, вугілля на альтернативні джерела енергії-сонячну, вітрову і пр.).

3. Можливість мінімізації відходів на основі впровадження маловідходних, ресурсозберігаючих технологій.

4. Забруднення навколишнього середовища (як сумарне, так і по видах) в перспективі не повинне перевищувати його сучасний рівень. Можливість мінімізації забруднення до соціально і економічно прийняттого рівня ("нульового" забруднення чекати нереально).

Ці чотири критерії (їх може бути і більше) повинні бути враховані в концепції стійкого розвитку. Їх врахування дозволить зберегти навколишнє середовище для наступних поколінь і не погіршить екологічні умови проживання.

**Зелена економіка.** При помітному прогресі у досягненні окремих цілей сталого розвитку, можна говорити про низьку ефективність окремих заходів, а саме еколого-орієнтованих. Фактично відбувається нейтралізація окремих негативних проявів (наприклад, забруднення окремих компонентів навколишнього середовища), що є наслідками, а не причинами еколого-економічних конфліктів. У зв'язку з цим, виникла ідея створити умови для розвитку екологічно спрямованого руху, що має назву «зелена економіка».

Одне з перших визначень поняття «зеленої економіки» було дано у 2008 році UNEP: «зелена економіка (*green economy*) – це економіка з низькими викидами вуглецевих сполук, яка ефективно використовує ресурси і відповідає інтересам всього суспільства». У визначенні наголошено на двох основних екологічних проблемах людства: обмеженості природних ресурсів та великому обсязі викидів парникових газів. Зелена економіка є тією частиною національної економіки, розвиток якої не поглиблює протиріччя між технічними та природними системами та не призводить до виникнення нових екологічних проблем.

### ? Питання для самоконтролю:

1. Що слід розуміти під техногенним типом розвитку?
2. Що є характерними наслідками техногенного типу розвитку?

3. Які об'єктивні чинники вже не може і не повинна ігнорувати будь яка країна, що стала на шлях науково-технічного прогресу та широкомасштабного використання його результатів?
4. Що передбачає перехід до сталого розвитку на відміну від техногенного розвитку?
5. Поняття слабої стійкості?
6. Поняття сильної стійкості.?
7. Яка проблема займає центральне місце в понятті сталого розвитку?
8. На чому має базуватися підвищення рівня загальної безпеки техногенної сфери?
9. Що означає забезпечення і підвищення техногенної безпеки?
10. Чого потребує забезпечення і підвищення технологічної безпеки?
11. Які дії повинні бути реалізовані для реалізації засад розвитку техногенної безпеки, як складової частини концепції сталого розвитку?
12. На чому повинно ґрунтуватися забезпечення, регулювання і підвищення в ХХІ столітті техногенної безпеки, як однієї з найважливіших частин безпеки техногенної сфери?
13. Яке першочергове завдання складають найзагальніші тенденції та характеристики забезпечення безпеки техногенної сфери?
14. Рішення проблем техногенної безпеки, у відповідному обсязі, сприятиме досягненню...?
15. Яке використання природних ресурсів передбачає сталий розвиток?
16. Що є надзвичайно важливим завданням концепції сталого розвитку в Україні?
17. За якими основними взаємозв'язаними напрямками здійснюються заходи щодо раціонального природокористування та сталого керування ресурсами?
18. Що передбачає економна експлуатація природних ресурсів (або ресурсозбереження)?
19. Які основні шляхи зменшення і очищення викидів у довкілля та знешкодження відходів?
20. Які заходи передбачає охорона й відтворення природних умов і ресурсів?
21. Скільки критеріїв сталого розвитку на тривалу перспективу можна виділити?
22. Визначення поняття «зеленої економіки».

## 3 ЗМІСТ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

### 3.1 Сучасні методи дослідження екологічного стану довкілля

**Мета роботи:** ознайомлення та вивчення сучасних методів дослідження стану довкілля.



#### Короткі теоретичні відомості

Для вирішення задач, котрі стоять перед екологією, цією наукою використовуються як свої особисті методи, так й методи інших наук. Особисті методи екології умовно поділяють на три групи: 1) польові; 2) лабораторні; 3) експериментальні. Під час дослідження стану довкілля відокремлюють якісні та кількісні методи дослідження. Кількісному визначенню часто передує якісний аналіз на наявність того чи іншого хімічного елемента, йона, сполуки.

Реакції, які використовуються в якісному аналізі, мають супроводжуватися візуальним ефектом: появою чи зникненням осаду; появою, зникненням чи зміною кольору розчину; виділенням газів; утворенням кристалів характерного кольору і форми; появою забарвлених перлів; забарвленням полум'я; появою світіння; виникненням характерного забарвлення при розтиранні речовин.

На практиці частіше користуються кількісними методами аналізу. На основі вимірюваних параметрів методи кількісного аналізу поділяють на хімічні, фізико-хімічні, фізичні та біологічні.

Вибір методу дослідження для визначення того чи іншого компонента залежить від потрібної точності аналізу, доступності методу для виконання, вмісту аналізованої речовини, хімічного складу досліджуваного об'єкта тощо (табл. 3.1).

*Титриметричний* (об'ємний) метод аналізу ґрунтується на вимірюванні об'єму розчину реагенту відомої концентрації, витраченого на взаємодію з аналізованою речовиною за умови, що речовини вступають у реакцію в стехіометричних кількостях. Цим методом визначають загальну і карбонатну твердість води, хімічне споживання кисню (ХСК), біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>), кислотність, лужність, вміст розчиненого кисню, концентрацію катіонів меркурію, феруму (II), аніонів Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, S<sup>2-</sup> тощо.

*Гравіметричний* метод базується на кількісному переведенні аналізованого компонента в малорозчинну сполуку і зважуванні продукту після виділення, промивання, висушування чи прожарювання. Гравіметричним методом визначають у природних і стічних водах ферум (III) та алюміній у вигляді оксидів, хлориди – AgCl, сульфати – BaSO<sub>4</sub> в кислому середовищі, багато металів тощо.

Таблиця 3.1 – Методи визначення деяких хімічних інгредієнтів у об'єктах природного середовища

Метод	Визначувані інгредієнти в об'єктах природного середовища		
	у ґрунтах та донних мулах	у природних водах	у повітрі (газах та аерозолях)
Гравіметричний	Вологість, мінеральний залишок, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , карбонати	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , нафтопродукти, зависі, мінеральний залишок	Запиленість (вміст пилових часток)
Титриметричний	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Ca, Mg	Оксиген (розчинений), CO <sub>2</sub> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> S, Cl <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , твердість води (загальна і карбонатна), ХСК, БСК <sub>5</sub>	Кислоти та кислотні оксиди
Фотометричний	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , Al, Hg, Cu, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Кольоровість, органічні речовини, H <sub>2</sub> S, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , P (неорг.), Fe, Cu, Al	CO, CS <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , HCl, HNO <sub>3</sub> , Al, Fe, Pb, пестициди, деякі органічні сполуки
Люмінесцентний	Нафтопродукти	Нафтопродукти, хлорорганічні ароматичні сполуки, спирти, ацетон	Смолисті речовини, ароматичні вуглеводні, кетони
Фотометрія полум'я	Na, K	Li, Na, K, Ca	Li, Cs, K
Емісійна спектроскопія	Метали, мікроелементи, бор	Li, Na, K, Ca, Sr, Ba, Cu, Pb, Al, Fe та ін.	Be
Атомно-абсорбційна спектроскопія	Cu, Ni, Zn, Hg, Pb, Cr	Ca, Mg, Cu, Pb, Hg та ін.	Hg, Cd, Sr, Cu, Pb та ін.
Кінетичні та хемілюмінесцентні	Катіони важких металів	Mn, Cu, Ni, Fe (III), амінокислоти	Озон
Потенціометричні	pH, F <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , K, Ca	pH, F <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cu, Ca, K, окисно-відновний потенціал	HF, ненасичені органічні сполуки
Радіометричні	<sup>90</sup> Sr, <sup>137</sup> Cs, <sup>238</sup> U	<sup>90</sup> Sr, <sup>137</sup> Cs, <sup>238</sup> U, <sup>239</sup> Pu	<sup>90</sup> Sr, <sup>137</sup> Cs
Хроматографічні	Нафтопродукти, хлорорганічні сполуки, вуглеводні, пестициди	Na, K, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Mg, Ca, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , органічні сполуки	CO, CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , CCl <sub>4</sub> , Al, Cu, органічні сполуки

*Фотометричний* аналіз охоплює всі методи, які ґрунтуються на поглинанні світла в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній частинах електромагнітного спектра визначуваною речовиною чи продуктом реакції. Фотометричні методи високочутливі, розроблені для визначення практично всіх хімічних елементів, крім інертних газів. Методи фотометрії широко застосовують в аналізі природних об'єктів: повітря, поверхневих вод, ґрунту, донних мулів, рослин, а також стічних вод, газоподібних викидів, відходів промисловості.

*Хроматографічний* аналіз – метод розподілу, якісного виявлення та кількісного визначення компонентів рідких і газоподібних сумішей, що ґрунтується на різному їх розподілі між рухомою і нерухомою фазами. Метод все частіше використовують для аналізу стану довкілля. Саме завдяки йому вдалося швидко виявити стафілококове та мікозне ушкодження ліквідаторів аварії на ЧАЕС.

Високоєфективна рідинна хроматографія – найбільш вживаний метод аналізу складних органічних проб. В установках рідинної хроматографії (як і в газових) використовують різноманітні детектори: ультрафіолетовий, електрохімічний, детектор з діодною матрицею, флуориметричний. До речі, хроматографічними методами криміналістика виявляє в організмі алкалоїди, що спричинили отруєння. Методом газорідинної хроматографії визначають склад стічних вод нафтопереробних та хіміко-фармацевтичних підприємств, заводів органічного синтезу. Газова хроматографія характеризується високою розподільною здатністю, гнучкістю завдяки застосуванню різних детекторів.

Кількісною характеристикою газової та рідинної адсорбційної хроматографії є висота або площа хроматографічного піка, які пропорційні вмісту компонента в досліджуваній суміші.

Під час розділення сумішей методом тонкошарової хроматографії (її різновид – паперова хроматографія) отримують забарвлені плями окремих компонентів; у разі безбарвних сполук їх проявляють фізичним (УФ-опромінення) або хімічним (обробка реагентом, який утворює забарвлені сполуки з речовинами, наприклад амінокислоти набувають блакитного кольору після обробки їх розчином нінгідрину) способом. Це якісне виявлення компонентів суміші; кількісний склад визначають за площею плями або розчиняють вміст у відповідному розчиннику і аналізують одним із методів. Методом тонкошарової хроматографії розділяють амінокислоти і барвники рослин, визначають активність ґрунтової фауни за продукцією амінокислот.

Іонообмінну хроматографію використовують для розділення елементів з подібними хімічними властивостями. Іонообмінна хроматографія дає змогу після попереднього розділення і послідовного вилучення компонентів суміші з колонки визначити їх вміст фотометричним, титриметричним чи іншим способом. Цим методом визначають загальну твердість води, вміст катіонів важких металів у воді, ґрунті, донних мулах. Методом іонної хроматографії визначають понад 70 аніонів неорганічних і органічних кислот, катіони лужних і лужноземельних металів у воді, продуктах, лікарських препаратах тощо.

Молекулярно-ситова хроматографія дає змогу розділяти речовини на основі різних розмірів їх молекул.

*Електрохімічні методи аналізу.* Потенціометрія. Методом абсолютної потенціометрії вимірюють потенціал  $E$  і за рівнянням Нернста обчислюють концентрацію іона в речовині. Метод використовують для визначення рН природних і стічних вод за допомогою скляного електрода; іоноселективні електроди дають змогу встановити вміст нітратів у рослинах та продуктах, концентрацію катіонів натрію, калію, кальцію, магнію, купруму, аніонів  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $CN^-$  та ін. Методом потенціометричного титрування визначають численні сполуки; порівняно зі звичайним титрометричним методом він дає змогу аналізувати забарвлені і каламутні середовища. Потенціометричні біодатчики використовують для визначення концентрації пестицидів у складних багатокомпонентних системах. Вольтамперометрію поділяють на два типи: полярографічний аналіз, що базується на процесі електролізу і вивченні залежності сили струму від прикладеної напруги (цим методом у природних водах і ґрунтах визначають вміст цинку, кадмію, плумбуму, купруму; з попереднім екстракційним відділенням токсичних елементів; токсичні елементи в продуктах, повітрі, стічних водах; користуються і для визначення концентрації вітамінів, ферментів, гормонів в організмі людини, для діагностики захворювань), і амперометричне титрування (дає змогу визначати аніони, для яких немає точних і швидких титрометричних методів). Методами абсорбційної інверсійної вольтамперометрії визначають понад 40 катіонів металів, численні аніони, органічні сполуки (білки, ферменти, лікарські препарати, пестициди, стимулятори росту тварин, комплексонони) в різних екологічних об'єктах. Кондуктометрію (аналіз за електричною провідністю) використовують для визначення концентрації розчинених солей у питних водах і водах для теплообмінного обладнання (пряма кондуктометрія). Кондуктометричним титруванням визначають суміші кислот у водному та водно-органічному середовищах, численні катіони й аніони; титруванням розчином  $BaCl_2$  визначають сульфати, хромати, оксалати, карбонати, цитрати; трилоном Б за різних значень рН аналізують суміші катіонів металів без попереднього їх розділення.

*Фізичні методи.* Спектральний аналіз – це фізичний метод визначення складу та будови речовини за її спектром – упорядкованим за довжиною хвилі електромагнітним випромінюванням. Для збудження речовини використовують полум'я пальника, енергію електричної дуги чи іскри. Спектральний аналіз дає змогу встановити елементний, нуклідний і молекулярний склад речовини та її будову (атомно-емісійний спектральний аналіз).

Атомно-абсорбційний спектральний аналіз ґрунтується на визначенні концентрації речовини за поглинанням шаром атомної пари елемента монохроматичного резонансного випромінювання. Застосовують цей метод для елементного аналізу природних, питних і стічних вод, ґрунтів, біологічних проб повітря. Також цей метод дає змогу проводити неперервний моніторинг вмісту токсичного металу в повітрі робочого приміщення, в атмосферному повітрі з автомобіля, судна, гелікоптера; методом холодної пари – у водах, методом



піролізу – в харчових продуктах, нафті, крові, волоссі, а також можливість визначати вміст 73 хімічних елементів. В екології його застосовують для контролю виробничих викидів, визначення концентрації металів у повітрі, воді, ґрунті, в пошуку руд, для контролю збагачення.

Мас-спектрометрія базується на розділенні газоподібних іонів у магнітному полі залежно від відношення величини маси іону ( $m$ ) до його заряду ( $z$ ), яке впливає на інтенсивність сигналу. Метод застосовують переважно для визначення відносних ізотопних мас та ізотопного вмісту елементів, а також відносних молекулярних мас і структури органічних речовин. Мас-спектрометрією виявляють у ґрунті надзвичайно небезпечну забруднювальну речовину - тетрахлордибензодіоксин.

Метод ядерного магнітного резонансу (ЯМР) відображає взаємодію магнітного моменту ядра молекули речовини із зовнішнім магнітним полем. Метод дає змогу працювати в широкому діапазоні концентрацій, визначати, зокрема, вміст різних форм алюмінію та інших металів у природних водах.

*Радіометричні методи* аналізу ґрунтуються на виявленні й вимірюванні як природної, так і штучної радіоактивності. Для кількісного визначення радіоактивності використовують поняття абсолютної активності радіоактивних речовин, яку вимірюють у кюрі, та питомої активності – радіоактивності одиниці маси даної речовини, тобто міри відносного вмісту радіонуклідів у досліджуваному зразку, її виражають числом розпадів за хвилину (чи секунду) і вимірюють у беккерелях. Використовуючи природну радіоактивність, кількісно визначають понад 20 хімічних елементів, зокрема уран, торій, радій, актиній. Природна радіоактивність лежить в основі пошуку уранових руд за допомогою авіації та супутників.

Активаційний аналіз ґрунтується на опроміненні нерадіоактивних елементів нейтронами, протонами та іншими високоенергетичними часточками, внаслідок чого вони набувають радіоактивності. На практиці використовують відносний метод аналізу, коли за однакових умов опромінюють досліджуваний зразок і еталон з відомим вмістом визначуваного елемента. Часто зразок після опромінення розчиняють, здійснюють концентрування методами осадження, співосадження, екстракції, хроматографії і визначають активність продуктів розділення.

Метод ізотопного розбавлення полягає у введенні ізотопу визначуваного елемента в аналізований розчин, що набуває активності, потім цей елемент переводять в осад (екстрагують, хроматографують) і визначають активність розчину після його видалення. За різницею визначають активність осаду (екстракту, елюату) і обчислюють вміст компонента в зразку.

Рентгеноспектральний аналіз базується на послабленні інтенсивності рентгенівського випромінювання під час проходження крізь пробу. В рентгенофлуоресцентному аналізі на пробу діє первинне рентгенівське випромінювання, під впливом якого виникає вторинне рентгенівське випромінювання проби, характер якого залежить від якісного та кількісного складу аналізованої речовини. Люмінесцентний аналіз ґрунтується на здатності речовин випромінювати світло під дією різних збудників: ультрафіолетового

випромінювання або видимого світла (фотолюмінесценція), розламування (триболлюмінесценція), енергії хімічної реакції (хемілюмінесценція), яка дуже поширена в живій природі: світяться окремі види моллюсків, ракоподібних, глибоководних риб, черв'яків внаслідок взаємодії кисню з люциферином; ця реакція каталізується ферментом люциферазою, а явище називають біолюмінесценцією. Деякі мінерали, наприклад флюорит  $\text{CaF}_2$ , світяться при дії на них ультрафіолетового випромінювання, що використовують для безконтактного пошуку корисних копалин, зокрема нафти, виявлення плям нафти і нафтопродуктів на поверхні ґрунту чи водної гладі Світового океану. Люмінесцентним методом аналізують природні й стічні води, повітря, ґрунт, продукти.

Тривалий час у більшості екологічних, технологічних, біохімічних лабораторій домінували фотометричні методи. Однак зниження ГДК і необхідність визначення забруднювальних і токсичних речовин у надзвичайно малих концентраціях зумовили широке впровадження люмінесценції, яка має високу селективність, дає змогу працювати з малими об'ємами, що зумовлює її переваги перед фотометричними методами.

### **Біохімічні методи.**

Основу біологічних та біохімічних методів дослідження становлять реакції рослин, тварин і мікроорганізмів на дію певного чинника. Зміни можуть відбуватися на різному рівні: активності ферментів, проникності мембран та зміні інших органел клітини, окремих органів, систем, організму в цілому, популяції, екосистеми.

Біологічні методи широко використовують з метою визначення стану довкілля (біоіндикація). Живі організми часто є тест-об'єктами при вивченні дії токсичних речовин (визначення ГДК і летальних доз), фармакологічного ефекту лікарських препаратів тощо. Біологічні методи використовують в аналізі біологічно активних речовин. Зокрема, антибіотики аналізують за їх здатністю зупиняти ріст мікроорганізмів; серцеві глікозиди – припиняти роботу ізольованого серця жаби; накопичення фенольних сполук в листі рослин – сигнал про стресову ситуацію.

У більшості випадків визначають активність ферментів, оскільки вони мають високу чутливість і вибірковість дії та дають змогу численним хімічним реакціям у живому організмі відбуватися за звичайних умов (амілаза каталізує розщеплення вуглеводів, глюкозооксидаза – окислення Д-глюкози).

Активність цих біохімічних каталізаторів залежить від багатьох чинників, оскільки вони мають білкову природу: рН середовища, наявності окремих катіонів металів, що можуть збільшувати чи зменшувати їх активність, окисно-відновного потенціалу тощо.

Вивчення ферментних реакцій має величезне значення при дослідженні функцій і визначенні концентрацій мікроелементів та інших біологічно активних сполук, їх активність може бути тестом при вивченні забруднення довкілля окремими речовинами, зокрема важкими металами, що діють як ферментні отрути; кислотними оксидами тощо.

З метою контролю стану поверхневих природних вод використовують численні методи біотестування: зміну статичного стану п'явки медичної на динамічний; виживання та плідність дафнії магна; біоломінесценцію окремих видів бактерій тощо.

### Порядок виконання практичної роботи

Метою практичної частини являється закріплення теоретичного матеріалу практичної роботи. Для цього на прикладі досліду екологічного стану повітря за допомогою декількох методів необхідно оцінити запиленість повітря та визначити до яких видів кількісних чи якісних методів відноситься кожен з наведених методів.

#### 3.1.1 Визначення екологічного стану повітря. Оцінка запиленості повітря

Забруднення атмосферного повітря, особливо в приземному шарі, аерозолями та газоподібними сполуками негативно впливає на здоров'я людей, рослинний і тваринний світ. У повітрі визначають вміст пилу та його гранулометричний склад, концентрацію води, оксидів сульфуру, нітрогену, карбону (IV), кислот; якщо аналізують газові викиди підприємств чи повітря поблизу них, то визначають і специфічні сполуки, характерні для нього (гідрогенсульфур, бензол, важкі метали тощо).

Контроль за станом атмосфери здійснюють контактними і дистанційними методами. За контактних методів аналізу проби повітря відбирають переважно аспіраційним методом, пропускаючи повітря крізь поглинальну систему. Поглиначі, які при цьому використовують, можна розподілити на три групи:

- рідкі поглиначі (фізична або хімічна абсорбція) – розчини кислот, основ, солей: їх використовують для поглинання парогазуватих речовин;
- тверді поглиначі – гідрофільні неорганічні матеріали (силікагель та молекулярні сита), гідрофобні (активоване вугілля), синтетичні макропористі органічні матеріали; вони поглинають гази, паруваті речовини, рідкі аерозолі;
- фільтрувальні матеріали використовують для вловлювання твердих аерозолів, після аспірації їх розчиняють у розчинах кислот чи лугів і отримані розчини аналізують.

У практиці використовують механічні, теплові, магнітні, електричні, оптичні, хроматографічні, мас-спектральні газоаналізатори. Крізь поглинальний розчин або сорбент за допомогою насоса чи звичайного медичного шприца прокачують газ, контролюючи об'єм поглинутої газової суміші і швидкість аспірації, яка не повинна перевищувати 1,5...2,0 л/хв. для рідких поглинальних систем.

Якісний аналіз газових сумішей проводять органолептичним (за запахом) або індикаційним методом з використанням пористих сорбентів.

Дистанційними методами за допомогою зондів, авіації, космічних супутників визначають турбулентність потоків повітря, пилове забруднення, вміст вологи, концентрацію окремих забруднювальних речовин.

Запиленість повітря – важливий екологічний чинник. Небезпека пилу для людини визначається його хімічною природою, концентрацією, формою часточок, токсичністю, здатністю сорбувати забруднювальні речовини.

За розміром часточок пил можна розподілити на дві групи: тонкодисперсний пил (порох), який складається з легких і рухомих часточок розміром до кількох десятків і сотень мікрометрів ( $1 \text{ мкм} = 10^{-3} \text{ мм}$ ), який довго утримується в повітрі і в разі вдихання людиною може накопичуватися в легенях; грубодисперсний пил, що складається з великих і важких часточок, який швидко осаджується з повітря.

### Устаткування і реактиви

Дистильована вода; 10%-й розчин хлоридної або сульфатної кислоти; терези аналітичні; вимірник витрат повітря; лопатки для взяття зразків пилу; мікроскоп з об'єктивом ( $\times 8$ ); насос для просмоктування повітря (переносна ротаційна установка типу ПРУ); піпетка; скельце покривне і предметне скло для мікроскопа; секундомір; фільтри паперові типу АФА-10 з фільтротримачем. Замість ПРУ можна використати водоструминний насос, який забезпечує всмоктування повітря з витратою не менш як 2 л/хв.

#### 3.1.2 Визначення відносної запиленості повітря

1. Наносять 1 краплю води на предметне скло. Встановлюють предметне скло у вибраному місці на 15 хв.

2. Готують мікропрепарат, накривши краплю з осілими пиловими часточками покривним скельцем.

3. Вміщують мікропрепарат на предметний столик мікроскопа.

4. Встановлюють таке збільшення, щоб у полі зору мікроскопа була якнайбільша частина краплі.

5. Підраховують кількість пилових часточок у краплі і описують їх якісний склад (вигляд, структуру, взаємне розміщення, особливості будови тощо).

6. Визначають кількість пилових часточок, що осіли протягом 15 хвилин на поверхні краплі такої самої площі після витримання предметного скла з краплею в різних місцях одного й того самого приміщення або в різних приміщеннях.

7. Всі результати дослідів описують і заносять до табл. 3.2.

#### 3.1.3 Визначення складу пилу

1. Відбирають зразок пилу, піддіваючи лопаткою відклади пилу на «доріжці» завширшки 3–5 см. Переносять зразок з лопатки на предметне скло.

Таблиця 3.2 – Результати експериментів

№ пор. зразка пилу	Місце відбору зразка пилу	Результати спостережень		
		Кількість пилових часточок в полі зору при 15-хвилинній експозиції	Опис якісного складу зразка (з урахуванням поведінки в розчині кислоти)	Масова концентрація пилу, мг/м <sup>3</sup>
1.				
2.				
3.				

2. Готують мікропрепарат сухого пилу накривши зразок пилу покривним скельцем.

3. Вміщують мікропрепарат на предметне скло мікроскопа і встановлюють таке збільшення, щоб у поле зору потрапила якнайбільша площа плями.

4. Розглядають мікропрепарат під мікроскопом і описують зовнішній вигляд, форму, розміри, взаємне розміщення, колір часточок тощо.

5. Піднімають покривне скельце препарувальною голкою, наносять на зразок пилу краплю розчину кислоти і відразу накривають покривним скельцем.

6. Вміщують мікропрепарат на предметний столик, розглядають його під мікроскопом і письмово описують зміни, що відбуваються зі зразком пилу в розчині кислоти (табл. 3.2).

### 3.1.4 Кількісне визначення концентрації пилу

1. Зважують фільтр на аналітичних терезах з точністю до 0,1 мг і записують початкову масу  $m_{поч}$ , мг.

2. Вміщують фільтр у фільтротримач, який потім герметичне закривають і приєднують до установки: фільтротримач з фільтром, витратомір, насос.

3. Вмикають прокачування повітря з витратою 10...20 л/хв (при використанні водоструминного насоса встановлюють максимально можливий вихід). Одночасно вмикають секундомір і визначають фактичну витрату повітря (в л/хв.).

4. Прокачують повітря крізь фільтр не менше 30 хвилин, визначаючи середню витрату повітря за час прокачування  $Q$ . Всього крізь фільтр бажано прокачати не менш як 2 м<sup>3</sup> повітря.

5. Виймають фільтр із фільтротримача і знову зважують його  $m_{кін}$ .

6. Обчислюють масову концентрацію пилу  $C$  за формулою, мг/м<sup>3</sup>

$$C = \frac{(m_{\text{кин}} - m_{\text{поч}}) \cdot 1000}{Q \cdot t},$$

де 1000 – коефіцієнт перерахунку об'єму повітря з літрів у метри кубічні;  
 $t$  – тривалість прокачування повітря, хв.

Заносять результати всіх проведених експериментів у табл. 3.2 і аналізують отримані результати і доходять висновків: про якісний склад пилу; про відносну запиленість повітря в різних точках приміщення; про екологічний стан приміщення.

### Зміст звіту

1. Назва й мета практичної роботи.
2. Представити у наглядному виді (у виді схеми, таблиці чи ін.) класифікацію всіх методів аналізу якості природного середовища за різними ознаками.
3. Порядок виконання практичної роботи із дослідження запиленості повітря трьома методами.
4. Розрахунки та результати експериментів у вигляді табл. 3.2.
5. Висновки.

### Контрольні питання

1. Чому кількісному аналізу часто передують якісний?
2. Назвіть основні фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи аналізу, які широко використовуються у визначенні якості природного середовища.
3. За допомогою яких методів досліджують стан атмосфери?
4. На які групи за розміром часточок розподіляють пил?
5. Чому шкідливість пилу для здоров'я людини залежить від форми часточок?
6. До яких груп методів відносяться методи дослідження відносної запиленості повітря, котрі використані в даній лабораторній роботі?

## 3.2 Оцінка дії суміші забруднюючих речовин на організм людини

**Мета роботи:** ознайомлення з оцінкою дії суміші забруднюючих речовин на організм людини.



### Короткі теоретичні відомості

У реальних умовах виробництва у викидах і скиданнях підприємств (а значить, в повітрі і воді) присутнє не одне, а декілька різних забруднюючих

речовин. В повітрі населеного пункту, наприклад, можуть міститися речовини від різних підприємств, теплових станцій, транспорту. Багато хто з цих речовин володіє схожою токсичною дією на організм людини, а значить, в подібних випадках сумарна концентрація таких речовин може перевищувати гранично допустиму для кожного окремо. Крім того, ряд речовин володіють синергетичним ефектом, тобто токсичність одного у присутності іншого посилюється.

Це явище називають ефектом сумачії шкідливої дії, і його необхідно враховувати при нормуванні як вмісту, так і вступу забруднюючих речовин в довкілля.

Ефект сумачії проявляють, зокрема: фенол і ацетон; валеріанова, капронова і масляна кислоти; озон, діоксид азоту і формальдегід.

Розглянемо наступний простий приклад. Допустимо, що в повітрі одночасно присутні фенол і ацетон в концентраціях відповідно 0,009 і 0,345 мг/м<sup>3</sup>. Відповідні їм ГДК складають 0,01 і 0,35 мг/м<sup>3</sup>. Таким чином, кожна з цих речовин присутня в повітрі в безпечній концентрації ( меншою, ніж його ГДК. Але їх сумарна концентрація складає 0,009 + 0,345 = 0,354 мг/м<sup>3</sup>, тобто перевищує ГДК для кожного з них окремо, а отже, і рівень забруднення повітря перевищує допустимий.

Відому нам формулу  $c \leq ГДК$  можна записати в іншій формі:  $c/ГДК \leq 1$ . Зрозуміло, що, скільки б шкідливих речовин не було присутні в повітрі одночасно, остання умова повинна дотримуватися.

Таким чином, якість повітря відповідатиме встановленим нормативам, якщо

$$\frac{c_1}{ГДК_1} + \frac{c_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{c_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (3.1)$$

де  $c_1, c_2, \dots, c_n$  – концентрації шкідливих речовин, що володіють ефектом сумачії;

$ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$  – відповідні їм гранично допустимі концентрації.

Формула (3.1) означає, що сума відношення концентрацій шкідливих речовин, що володіють ефектом сумачії, до відповідних їм ГДК не повинна перевищувати одиниці.

Це ж правило діє для водних об'єктів, але якщо в повітрі враховується схожа токсична дія різних речовин, то у воді (схожий показник, що лімітує шкідливості. Наприклад, органолептичними властивостями володіють інсектицидний препарат антио ( $ГДК = 0,04$  мг/л), дибутиламін ( $ГДК = 1,0$  мг/л), неоіногенні поверхнево-активні речовини ( $ГДК = 0,1$  мг/л). При їх одночасній присутності у воді сумарна концентрація може виявитися вище, ніж будь-яка з трьох названих ГДК, хоча для кожного окремо  $c_i < ГДК_i$ . У цих випадках використовують ту ж формулу (3.1), але значення  $c_1, c_2, c_n$  і відповідні їм ГДК характеризують речовини, що володіють однаковим показником, що лімітує шкідливості.

Ефект сумачії шкідливої дії речовин в ґрунті не визначається, але оскільки присутні в ній речовини можуть проникати в повітряний басейн і у воду, він враховується, виходячи із значень ГДК для води і повітря.

Для оцінки дії шкідливих речовин однонаправленої дії на організм людини для кожної групи таких речовин розраховується безрозмірна сумарна концентрація  $q$  по формулі

$$q = \frac{c_1}{ГДК_1} + \frac{c_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{c_n}{ГДК_n}; \quad (3.2)$$

де  $c_1, c_2, c_n$  – концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі в заданій точці місцевості, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_1, ГДК_2, ГДК_n$  – відповідні максимальні разові гранично допустимі концентрації  $ГДК_{м.р.}$ , мг/м<sup>3</sup>.

Значення концентрації шкідливих речовин однонаправленої дії на організм людини (сумацією шкідливої дії, що володіють), також можуть наводитися умовно до значення концентрації одного з них. Приведена концентрація  $c_{np}$  розраховується по формулі, мг/м<sup>3</sup>

$$c_{np} = c_1 + c_2 \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + \dots + c_n \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_n}, \quad (3.3)$$

де  $c_1$  і  $ГДК_1$  (концентрація і гранично допустима концентрація речовини, до якої здійснюється приведення, мг/м<sup>3</sup>).

Сумарна дія шкідливих речовин однонаправленої дії не буде небезпечною для здоров'я людини, якщо безрозмірна концентрація  $q$  не перевищуватиме 1, а приведена концентрація  $c_{np}$  не перевищуватиме ГДК компонента, до якого умовно приведені значення концентрацій шкідливих речовин, тобто дотримуватимуться умови

$$q \leq 1; \quad c_{np} \leq ГДК. \quad (3.4)$$

### Приклади розв'язання задач

**Приклад 1.** Визначите, чи буде небезпечною сумарна дія акрилової і метакрилової кислот, бутилового ефіру акрилової кислоти (бутилакрилат) і бутилметакрилата, якщо їх концентрації в суміші рівні, мг/м<sup>3</sup>:  $c$ (акрилова кислота) – 0,04,  $c$ (метакрилова кислота) – 0,006,  $c$ (бутиловий ефір акрилової кислоти) – 0,003,  $c$ (бутилметакрилат) – 0,01.

#### Рішення

Кожній забруднюючій речовині для зручності привласнюємо порядковий номер. По додатку А визначаємо максимальні разові  $ГДК_{м.р.}$  для забруднюючих речовин. Всі дані заносимо в таблицю 3.3.



Таблиця 3.3 – Вихідні дані

Забруднююча речовина	Номер речовини	Концентрація речовини $c_i$ , мг/м <sup>3</sup>	$ГДК_{м.р.}$ , мг/м <sup>3</sup>
Акрилова кислота	1	0,04	0,1
Метакрилова кислота	2	0,006	0,03
Бутиловий ефір акрилової кислоти	3	0,003	0,0075
Бутилметакрилат	4	0,01	0,04

Визначаємо безрозмірну сумарну концентрацію  $q$  і приведену концентрацію  $c_{np}$  по формулах (3.2) і (3.3). Приведення концентрацій шкідливих речовин здійснимо до гранично допустимої концентрації акрилової кислоти –  $ГДК_1$ .

$$q = \frac{c_1}{ГДК_1} + \frac{c_2}{ПДК_2} + \frac{c_3}{ГДК_3} + \frac{c_4}{ГДК_4} = \frac{0,04}{0,1} + \frac{0,006}{0,03} + \frac{0,003}{0,0075} + \frac{0,01}{0,04} = 1,25;$$

$$c_{np} = c_1 + c_2 \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + c_3 \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_3} + c_4 \cdot \frac{ГДК_1}{ГДК_4} =$$

$$= 0,04 + 0,006 \cdot \frac{0,1}{0,03} + 0,003 \cdot \frac{0,1}{0,0075} + 0,01 \cdot \frac{0,1}{0,04} = 0,125 \text{ мг/м}^3.$$

Оскільки безрозмірна сумарна концентрація  $q = 1,25$  більше 1 ( $q > 1$ ), а приведена концентрація  $c_{np} = 0,125 \text{ мг/м}^3$  більше максимальної разової гранично допустимої концентрації акрилової кислоти  $ГДК_1 = 0,1$  ( $c_{np} > ГДК_1$ ), то сумарна дія даних речовин однонаправленого небезпечно для здоров'я людини.

**Приклад 2.** Визначите, при якій максимальній концентрації акрилової кислоти суміш шкідливих речовин однонаправленої дії (акрилової і метакрилової кислот, бутилового ефіру акрилової кислоти і бутилметакрилата) буде безпечна для здоров'я людини. Концентрації шкідливих речовин в суміші рівні, мг/м<sup>3</sup>:  $c$ (метакрилової кислоти) – 0,006,  $c$ (бутиловий ефір акрилової кислоти) – 0,003,  $c$ (бутилметакрилат) – 0,01.

#### Приклад рішення

Кожній забруднюючій речовині для зручності привласнюємо порядковий номер. По додатку А визначаємо максимальні разові  $ГДК_{м.р.}$  для забруднюючих речовин. Всі дані заносимо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані

Забруднююча речовина	Номер речовини	Концентрація речовини $c_i$ , мг/м <sup>3</sup>	$ГДК_{м.р.}$ , мг/м <sup>3</sup>
Акрилова кислота	1	$x$	0,1
Метакрилова кислота	2	0,0021	0,03
Бутиловий ефір акрилової кислоти (бутилакрилат)	3	0,0054	0,0075
Бутилметакрилат	4	0,0018	0,04

З рівняння (3.2) для безрозмірної сумарної концентрації  $q$  визначаємо концентрацію акрилової кислоти  $c_1$ . Оскільки сумарна дія суміші шкідливих речовин однонаправленої дії має бути безпечним для здоров'я людини, повинні виконуватися умови (3.4)  $q \leq 1$ ;  $c_{np} \leq ГДК$ . Тому набуваємо значення безрозмірної сумарної концентрації рівним одиниці ( $q = 1$ ).

$$q = \frac{c_1}{ГДК_1} + \frac{c_2}{ГДК_2} + \frac{c_3}{ГДК_3} + \frac{c_4}{ГДК_4} = 1.$$

Звідси максимальна концентрації акрилової кислоти  $c_1$ , при якій суміш шкідливих речовин однонаправленої дії буде безпечна для здоров'я людини, дорівнює

$$c_1 = \left[ 1 - \left( \frac{c_2}{ГДК_2} + \frac{c_3}{ГДК_3} + \frac{c_4}{ГДК_4} \right) \right] \cdot ГДК_1.$$

$$c_1 = \left[ 1 - \left( \frac{0,0021}{0,03} + \frac{0,0054}{0,0075} + \frac{0,0018}{0,04} \right) \right] \cdot 0,1 = 0,0165 \text{ мг/м}^3.$$

Висновок: суміш шкідливих речовин однонаправленої дії буде безпечна для здоров'я людини коли концентрації акрилової кислоти не перевищуватиме 0,0165 мг/м<sup>3</sup>.

#### Завдання для самостійної роботи

##### Задача № 1.

Визначите для вашого варіанту, при якій максимальній концентрації забруднювача суміш шкідливих речовин однонаправленої дії буде безпечна для здоров'я людини. Концентрації шкідливих речовин в суміші наведені в табл. 3.5  
Треба визначити концентрацію:

- для варіантів 1 – 6 – оксиду азоту (II)  $NO$ ;
- для варіантів 7 – 15 – оксиду вуглецю (II)  $CO$ ;
- для варіантів 16 – 18 – ацетону;
- для варіантів 19 – 21 – оксиду сірки (IV)  $SO_2$ ;

- для варіантів 22 – 24 – бутилену.

Таблиця 3.5 – Вихідні дані

Номер варіанту	Концентрації забруднюючих речовин $c$ , мг/м <sup>3</sup> ( $K_{кд} = 1$ )						
	Аміак	Зола мазутна ТЕС	Оксид азоту (IV) $NO_2$	Оксид сірки (IV) $SO_2$	Оксид сірки (VI) $SO_3$	Оксид азоту (II) $NO$	
1	2	3	4	5	6	7	
1		0,0004	0,0255	0,255		визначити	
2		0,001	0,017	0,1		визначити	
3		0,0006	0,034	0,15		визначити	
4	0,08		0,012	0,086	0,068	визначити	
5	0,06		0,008	0,126	0,026	визначити	
6	0,04		0,011	0,082	0,04	визначити	
Номер варіанту	Концентрації забруднюючих речовин $c$ , мг/м <sup>3</sup> ( $K_{кд} = 1$ )						
	Оксид азоту (IV) $NO_2$	Гексан	Гексен	Оксид сірки (IV) $SO_2$	Фенол	Формальдегід	Оксид вуглецю (II) $CO$
1	2	3	4	5	6	7	8
7	0,07		0,02	0,01			визначити
8	0,006		0,04	0,04			визначити
9	0,02		0,05	0,05			визначити
10	0,03	15				0,007	визначити
11	0,04	6				0,012	визначити
12	0,01	10				0,002	визначити
13	0,02			0,16	0,004		визначити
14	0,004			0,01	0,005		визначити
15	0,02			0,05	0,003		визначити
Номер варіанту	Концентрації забруднюючих речовин $c$ , мг/м <sup>3</sup> ( $K_{кд} = 1$ )						
	Фенол	Формальдегід	Фурфурол	Ацетон			
1	2	3	4	5			
16	0,001	0,005	0,012	визначити			
17	0,003	0,008	0,022	визначити			
18	0,004	0,009	0,013	визначити			
Номер варіанту	Концентрації забруднюючих речовин $c$ , мг/м <sup>3</sup> ( $K_{кд} = 1$ )						
	Кобальт сірчаноокислий $CoSO_4$	Мідь сірчаноокисла $CuSO_4$	Нікель сірчаноокислий $NiSO_4$	Оксид сірки (IV) $SO_2$			
1	2	3	4	5			
19	0,0002	0,0006	0,0006	визначити			
20	0,0005	0,0005	0,0005	визначити			
21	0,0001	0,0003	0,0002	визначити			

Номер варіанту	Концентрації забруднюючих речовин $c$ , мг/м <sup>3</sup> ( $K_{kd} = 1$ )			
	Амілени	Пропілен	Етилен	Бутилен
1	2	3	4	5
22	0,05	0,06	0,09	визначити
23	0,9	0,24	0,27	визначити
24	1,1	0,3	0,4	визначити

### 3.3 Оцінка рівня радіаційного фону та радіаційного забруднення води, ґрунту та харчових продуктів

**Мета роботи:** вивчення основних понять радіоактивності, негативного впливу радіації на навколишнє середовище та ознайомлення з приладами й методами для виміру потужності випромінювання, радіаційного фону та рівня забрудненості води, ґрунту, харчових продуктів за  $\gamma$ -випромінюванням.



#### Короткі теоретичні відомості

Радіація — це іонізуюче випромінювання, що виникає у процесі самочинного розпаду ядра атома нестабільного нукліда хімічного елемента.

Якісною характеристикою випромінювання є вид та енергія випромінювання, проникна здатність, період піврозпаду, кількісною — активність (радіоактивність).

Радіоактивність — це здатність ядер деяких хімічних елементів мимоволі розпадатися з утворенням ядер нових хімічних елементів і випусканням іонізуючого випромінювання.

Кожен хімічний елемент може мати декілька ізоотопів, які містять в ядрі однакову кількість протонів, але різне число нейтронів і однакове число електронів в атомній оболонці. Ізотопи посідають одне і те ж місце в періодичній системі елементів. Розрізняють стабільні (стійкі) ізотопи і нестабільні (радіоактивні) ізотопи. Хімічні елементи, що займають в періодичній системі місця з 1-го по 83-є мають як стабільні, так і радіоактивні ізотопи; наприклад, водень складається з трьох ізоотопів: двох стабільних (<sup>1</sup>H протій, <sup>2</sup>H дейтерій) і одних радіоактивних (<sup>3</sup>H тритій). Найважчим елементом, що має стабільний ізотоп, є вісмут (Bi,  $z=83$ ). Елементи, що стоять в періодичній системі після вісмуту, стабільних ізоотопів не мають, наприклад, уран складається з трьох радіоактивних ізоотопів <sup>238</sup>U, <sup>235</sup>U, <sup>234</sup>U.

Швидкість розпаду радіоактивного ізоотопу характеризується періодом напіврозпаду ( $T_{1/2}$ ) — це час, за який розпадається половина радіоактивної речовини. Період напіврозпаду не залежить від кількості речовини і завжди постійний (період напіврозпаду радону <sup>222</sup>Rn = 3,8 доби, урану <sup>235</sup>U =  $7 \cdot 10^8$  років, <sup>238</sup>U =  $4,5 \cdot 10^9$  років).

Радіоактивний розпад має статистичну природу; атомні ядра перетворюються незалежно один від одного; кожен радіонуклід має характерну

для нього вірогідність розпаду. Для окремого атома нестабільного нукліда не можна передбачити момент його перетворення. Вірогідність розпаду обумовлена властивостями даного виду ядер, тобто вона не залежить від хімічного і фізичного стану радіонукліда.

Іонізуючими називають такі випромінювання, які, проходячи через середовище, викликають її іонізацію. Крім іонізації випромінювання можуть спричиняти збудження молекул середовища. Енергію іонізуючого випромінювання вимірюють в позасистемних одиницях електрон-вольтах (eV),  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Дж. Ультрафіолетове випромінювання і видиме світло не відносять до іонізуючих.

За своєю природою іонізуюче випромінювання буває фотонним і корпускулярним. Фотонне випромінювання включає  $\gamma$ -випромінювання і рентгенівське випромінювання.

*$\gamma$ -випромінювання* — це фотонне випромінювання, що виникає при зміні енергетичного стану атомних ядер або при анігіляції частинок (наприклад, електрона і позитрона). Воно володіє високою проникною здатністю (середній пробіг фотонів в повітрі складає близько ста метрів, а в біологічній тканині — до 10–15 см), представляє основну небезпеку як джерело зовнішнього опромінювання. *Рентгенівське випромінювання* — це фотонне випромінювання, що складається з гальмівного або характеристичного випромінювання. Під гальмовим розуміють випромінювання, що виникає при зменшенні кінетичної енергії заряджених частинок, а під характеристичним — що виникає при зміні енергетичного стану електронів атома.

*Корпускулярне випромінювання* — це іонізуюче випромінювання, що складається з частинок масою, відмінною від нуля. Воно буває наступних видів:

–  $\beta$  ( $\beta^+$ ,  $\beta^-$ ) — випромінювання, що складається з електронів або позитронів, випускається при ядерних перетвореннях. Бета-частки володіють малим пробігом (декілька метрів в повітрі і декілька сантиметрів в біологічній тканині), випромінювачі бети небезпечні при проникненні в легені і шлунково-кишковий тракт як внутрішні опромінювачі;

–  $\alpha$  — випромінювання, що складається з частинок, що мають будову, аналогічну ядру атома гелію, тобто з двох протонів і двох нейтронів, альфа-частки володіють дуже малим пробігом (не більше декількох сантиметрів в повітрі і не більше 0,1 мм в біологічній тканині). Випромінювачі Альфи небезпечні при проникненні всередину організму як джерела внутрішнього опромінювання;

– протонне випромінювання, що складається з протонів;

– нейтронне випромінювання, що складається з нейтронів.

Одиниці виміру іонізуючих випромінювань.

Активність джерела радіаційного випромінювання характеризується числом ядерних перетворень в одиницю часу і виражається в беккерелях (Бк):  $1\text{Бк} = 1$  розпад в секунду (позасистемна одиниця Кюрі —  $\text{Кю} = 3,7 \cdot 10^{10}$  Бк).

Поле, що створюється джерелом іонізуючого випромінювання, має наступні характеристики:

1. Експозиційна доза рентгенівського і гамма-випромінювання  $D_0$  визначається по іонізації повітря. Вона є відношенням сумарного заряду  $dQ$  всіх іонів одного знаку, створених в сухому повітрі ( $T = 288\text{K}$ ,  $P = 101325\text{ Па}$ ), коли всі електрони і позитрони, звільнені фотонами в елементарному обсязі повітря масою  $dm$ , повністю зупинилися, до маси повітря у вказаному обсязі:

$$D_0 = Q / dm. \quad (3.5)$$

Одиниця виміру — кулон на кілограм, Кл/кг. Використовується і позасистемна одиниця виміру — рентген, Р ( $1\text{ Р} = 2,25 \cdot 10^{-4}\text{ Кл/кг}$ ).

2. Потужність експозиційної дози  $P_0$  — приріст експозиційної дози в одиницю часу

$$P_0 = dD_0 / dt. \quad (3.6)$$

Одиниця виміру — Ампер на кілограм, А/кг. Позасистемна одиниця Р/с ( $1\text{ А/кг} = 3,88\text{ Р/с}$ ).

Поглинання енергії випромінювання об'єктами природи характеризується наступними параметрами:

1. Поглинена доза випромінювання  $D$  — це енергія іонізуючого випромінювання  $dE$ , поглинена опромінюваною речовиною і розрахована на одиницю його маси

$$D = dE / dm. \quad (3.7)$$

Одиниця виміру поглиненої дози — грій, Гр. Позасистемна одиниця радий,  $1\text{ Гр} = 100\text{ радий} = 1\text{ Дж/кг}$ .

2. Потужність поглиненої дози  $P$  — приріст поглиненої дози випромінювання  $dD$  в одиницю часу

$$P = dD / dt, \text{ Гр/с} = \text{Вт/кг}. \quad (3.8)$$

При характеристиці поглинання опромінювання біологічними об'єктами використовують наступні поняття:

1. Еквівалентна доза  $H_{екв}$  — основна дозиметрична величина в області радіаційної безпеки, котра введена для оцінки можливої шкоди здоров'ю людини від хронічної дії іонізуючого випромінювання довільного складу. Еквівалентна доза — величина поглинутої дози  $D_{погл}$ , помножена на середній коефіцієнт якості конкретного виду випромінювання (радіаційний взвішений фактор; коефіцієнт біологічної активності).

Системною одиницею поглинутої дози є зіверт (Зв), несистемною — бер — поглинута доза будь-якого іонізуючого випромінювання, що має таку саму

біологічну активність, як і 1 рад рентгенівського чи  $\gamma$ -випромінювання (1 Зв = 100 бер).

2. Потужність еквівалентної дози — приріст еквівалентної дози в одиницю часу. Одиниця потужності еквівалентної дози — зіверт в секунду (Зв/с).

3. Ефективна еквівалентна доза (ЕЕД) — сума добутоків еквівалентної дози, отриманої кожним органом, на відповідний ваговий коефіцієнт, що враховує різну чутливість органів до випромінювання. ЕЕД забезпечує порівнянність і приведення нерівномірного опромінювання тіла до такої ж оцінки його наслідків, як і при рівномірному опромінюванні. Ця величина вимірюється в зівертах, Зв. Наприклад, доза опромінення легенів  $1 \text{ м}^3\text{в}$  відповідає  $\text{ЕЕД} = 0,12 \text{ м}^3\text{в}$ , тобто показує, що при рівномірному опромінюванні всього тіла дозою  $0,12 \text{ м}^3\text{в}$  вірогідність ризику від опромінення така ж, що і при опромінюванні дозою  $1 \text{ м}^3\text{в}$  лише легенів.

Природні і антропогенні джерела іонізуючих випромінювань.

У всіх природних біотоп завжди спостерігається певний природний рівень радіації, навіть за відсутності яких-небудь технічних джерел.

Земна поверхня служить джерелом багатьох видів випромінювання оскільки вона містить різні природні радіоактивні елементи: уран, торій, радій, актиній і т.д. Крім того, в ґрунті і воді зустрічається два радіоактивні ізотопи  $^{40}\text{K}$  і  $^{14}\text{C}$ , які активно впроваджуються в живий організм. Внаслідок розпаду природного урану в атмосферу виділяється проміжний продукт розпаду — радіоактивний інертний газ радон  $^{222}\text{Rn}$  і  $^{219}\text{Rn}$ .

Вся біосфера піддається також дії випромінювань, що приходять космосу. До складу космічного випромінювання входять протони (більше 90 %),  $\alpha$ -частинки (7 %), ядра важких елементів (1 %). Переважна його частина має галактичне походження, лише невелика частка пов'язана з активністю Сонця. Космічне випромінювання спричиняє різні радіаційно-хімічні процеси у верхніх шарах атмосфери. У міру наближення до поверхні Землі його роль стає зневажливо малій унаслідок зменшення інтенсивності випромінювання.

Антропогенна зміна радіаційної обстановки в біосфері пов'язана в основному з ядерними випробуваннями, місцями поховання ядерних відходів і об'єктами ядерної енергетики. Внаслідок антропогенних процесів в біосфері посилилися потоки природних і штучних радіонуклідів, збільшився природний фон іонізуючих випромінювань, зросло число зон підвищеної радіаційної дії.

Людина в нормальних умовах піддається опромінюванню від мало інтенсивних природних і техногенних фонових джерел випромінювання, які впливають ззовні і зсередини.

На відкритій місцевості на рівні моря і для середніх широт середньорічна ЕЕД, обумовлена зовнішнім космічним випромінюванням складає близько  $0,37 \text{ мЗв}$ . ЕЕД від зовнішніх бета- і гамма-джерел опромінювання, що містяться в земній корі, досягає  $0,3 \text{ мЗв}$ . Середньорічна ЕЕД від внутрішніх бета-, гамма- і альфа-джерел опромінювання природного походження, що знаходяться в тілі людини (в основному радіонуклід калій-40, присутній в м'язовій тканині) і надходять в організм з повітрям, водою і їжею, рівна  $0,4 \text{ мЗв}$ .

Найбільш значним джерелом опромінювання є радон-222, що відноситься до інертних газів і є короткоживучим продуктом розпаду урану-238. Основну частину ЕЕД від радону, рівної 1,3 мЗв, людина отримує, перебуваючи в закритому, непродіряваному приміщенні. Радон проникає в будівлю з ґрунту або виділяється будівельними матеріалами мінерального походження, що містять незначні кількості урану-238 (граніт, цеглина і т.д.), і внаслідок ізоляції приміщень, що покращилась, накопичується в них.

Таким чином, середня ефективна еквівалентна доза, яку людина отримує щорічно від природних джерел випромінювання різних видів, складає приблизно 2,4 мЗв. Значення природного радіаційного фону (потужність еквівалентної дози) коливаються залежно від місцевості в межах 0,05–0,2 мкЗв/ч. У аномальних місцях, де близько до поверхні підходять гранітні масиви або ґрунти, що містять підвищені концентрації природних радіонуклідів, поблизу будинків, фанерованих гранітом, фон досягає 0,4 мкЗв/ч і вищих рівнів.

Радіаційний рівень, відповідний природному фону 0,1–0,2 мкЗв/ч, прийнято вважати нормальним, рівень 0,2–0,6 мкЗв/ч вважається допустимим, а рівень понад 0,6–1,2 мкЗв/ч з урахуванням коефіцієнта екранування вважається підвищеним.

Перебування в приміщенні призводить до ослаблення рівня зовнішнього опромінювання. Коефіцієнт екранування для кам'яних будинків рівний 10, а для дерев'яних — 2. З іншого боку, будівлі збільшують дози опромінювання за рахунок радіонуклідів, що знаходяться в будівельних матеріалах, з яких вони споруджені. Наприклад, в цегляних і панельних будинках потужність дози в 2–3 рази більше, ніж в дерев'яних. Зовнішній радіаційний фон може бути збільшений внаслідок науково-технічної діяльності людини.

В процесі життя (під час відпочинку, перельотів на літаках, при медичних обстеженнях) окремі особи піддаються або можуть піддаватися додатковому опроміненню. Значення ЕЕД для різних видів можливого опромінення приведені в табл. 3.6.

Внесок в річну ефективну еквівалентну дозу опромінювання радіоактивних випадань внаслідок ядерних випробувань не перевищує 1 %, від атомної енергетики — менше 0,1 % від природного фонового опромінення.

Таким чином, за все життя (70 років) людина може без великого ризику набрати радіацію в 35 бер.

Чутливість живих організмів до радіації. Експериментальне опромінення численних видів рослин і тваринних організмів виявило величезні коливання чутливості організмів до опромінювання. Часова доза радіації, смертельна для 50% організмів, складає 400 бер для людини, 1000–2000 — для риб і птахів, 1000–150 тис. — для рослин і 100 тис. бер — для комах.

Чутливість організмів до опромінення тим більше, чим вище їх організація. Отже, найбільш схильний до дії радіації людина.

Дія радіації на людину залежить від багатьох чинників: – від дози і потужності дози, тобто одна і та ж доза, але розтягнута в часі, чинить меншу ушкоджувальну дію, чим одноразова могутня доза; – від віку (найбільш схильні



до дії радіації люди у віці до 25 років); – від чутливості до радіації різних органів людського тіла (найбільшою сприйнятливістю володіють кровотворні органи, епітелій кишечника, шкіри, менш чутливі м'язова і кісткова тканини); і т.д.

Таблиця 3.6 – Ефективні еквівалентні дози опромінювання від різних джерел випромінювання

Вид опромінювання	ЕЕД
Проглядання кінофільму по кольоровому телевізору на відстані 2 м від екрану	0,01 мкЗв
Політ протягом 1 ч на літаку, що летить швидкістю нижче за швидкість звуку*	4–7 мкЗв
Політ протягом 1 ч на надзвуковому літаку*	10–30 мкЗв
Флюорографія	0,1–0,5 мЗв
При кількох рентгенівських обстеженнях за рік	до 0,004 Зв
При постійному тривалому щоденному перегляді телепередач	до 0,0002–0,0005 Зв
При тривалому перебуванні на сонці, особливо на пляжі	0,01–0,05 Зв

\* доза опромінення залежить від висоти польоту.

Екологічні наслідки радіаційного забруднення навколишнього середовища. Екологічне значення ізотопів різне. Радіоактивні речовини коротким періодом напіврозпаду (менше двох діб) не представляють великої небезпеки для біотоп (за винятком вибухів) оскільки зберігають високий рівень радіації нетривалий час. З іншого боку речовини, з дуже довгим періодом напіврозпаду (уран-238), також не дуже небезпечні, оскільки вони в одиницю часу випускають дуже слабе випромінювання.

Таким чином, найбільш небезпечними радіоактивними елементами є ті, у яких період напіврозпаду змінюється від декількох тижнів до декількох років. Цього часу достатньо для того, щоб згадані елементи змогли проникнути в різні організми і накопичитися в харчових ланцюгах.

Слід зазначити, що при однаковому рівні забруднення екосистеми радіоактивними речовинами небезпечнішими для біоценозу вважаються ізотопи елементів, які є основними доданками живої речовини ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{45}\text{Ca}$ ,  $^{131}\text{I}$  і т.д.). Менш небезпечні радіоактивні речовини, що рідко зустрічаються, які слабо або зовсім не поглинаються живими організмами (наприклад, інертний газ радон).

Велику небезпеку представляють ізотопи, по своїх хімічних властивостях схожі на елементи, що активно поглинаються живими організмами. Наприклад, стронцій-90 (схожий на кальцій) і цезій-137 (схожий на калій) є найбільш небезпечними ізотопами, які можуть отруїти навколишнє середовище, потрапивши в неї у вигляді відходів атомної промисловості або при випаданні

радіоактивних осадів, що послідували за ядерним вибухом в атмосфері. Стронцій із-за схожості з кальцієм легко проникає в кісткову тканину хребетних, тоді як цезій накопичується в м'язах, заміщаючи калій. Оскільки періоди напіврозпаду цих елементів відповідно дорівнюють 28 і 33 рокам, вони залишаються в зараженому організмі і можуть накопичуватися в кількостях, здатних заподіяти шкоду здоров'ю.

Оскільки не існує яких-небудь біологічних або хімічних способів прискорити процес радіоактивного розпаду, боротьба з радіаційним забрудненням повинна носити попереджувальний характер.

## Порядок виконання практичної роботи

### Визначення потужності еквівалентної дози у-випромінювання

#### Устаткування і реактиви

Дозиметр – радіометр побутовий ИРД-0251 або «Белла», дозиметр – радіометр «ЗКО» чи інші.

Встановлюють перемикач режиму роботи в положення «мкЗв/год»; вмикають прилад і дають прогрітися 1 хв.

Встановлюють прилад у місці, де хочуть визначити потужність еквівалентної дози гамма-випромінювання. Через 25–30 с дані цифрового табло відповідають цій величині, вираженій у мікрозівртах за годину (мк<sup>3</sup>в/год.) або мікрорентгенах за годину (мкР/год.). Слід брати середнє значення з трьох-п'яти послідовних даних.

Результати заносять у табл. 3.7

Таблиця 3.7 – Результати вимірів

№ досліду	Дані приладу	Потужність дози		Середнє значення	
		мкЗв/год.	мкР/год.	мкЗв/год.	мкР/год.
1.					
2.					
3.					

Робиться висновок про рівень радіаційного фону, користуючись наведеними нижче даними й табл. 3.6.

### Ступені опромінення людини

4,5 Зв (450 бер) — тяжкий ступінь променевої хвороби (вмирає 50 % опромінених);

1,0 Зв (100 бер) — нижній рівень розвитку легкого ступеня променевої хвороби;

0,75 Зв (75 бер) — короточасні незначні зміни складу крові;  
 0,30 Зв (30 бер) — опромінення під час рентгеноскопії шлунка (місцеве);  
 0,25 Зв (25 бер) — допустиме аварійне опромінення персоналу АЕС (разове);  
 0,10 Зв (10 бер) — допустиме аварійне опромінення населення (разове);  
 0,05 Зв (5 бер) — допустиме опромінення персоналу АЕС за нормальних умов за рік;  
 0,03 Зв (3 бер) — опромінення під час рентгенографії зубів;  
 0,005 Зв (500 мбер) (0,06 мбер/рік) — допустиме опромінення населення за нормальних умов за рік;  
 0,001 Зв (100 мбер) (0,011 мбер/рік) — фонове опромінення; за рік;  
 0,0001Зв (1мкбер) — перегляд одного футбольного матчу по телебаченню.

Визначення рівня забрудненості проб води, ґрунту, харчових продуктів за гамма-випромінюванням. Готують пробу (в скляні банки місткістю від 0,5 до 3л або в поліетиленові пакети вносять рідину чи тонко подрібнений продукт так, щоб їх кількість не досягала краю горловини на 3–5 мм).

Не знімаючи екран з детектора, перемикач встановлюють у положення «мкЗв/год.», вмикають прилад і через 60 с встановлюють його чутливою поверхнею впритул до горловини. Через 25–30 с записують середнє значення з 3–5 послідовних даних.

Приймають пробу і, встановивши прилад на те саме місце, вимірюють фоновий показ приладу, значення якого віднімають від попереднього («ЗКО» робить це автоматично). Отриману різницю множать на 800 для банки місткістю 3 л, на 1000 (2 л), 1200 (1 л), 1500 (0,5 л). Результат відповідатиме об'ємній активності проби в беккерелях на літр (Бк/л). Роблять висновок про рівень забрудненості проб, оформивши результати спостережень у табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Результати спостережень

№ досліджуваного об'єкта	Досліджуваний об'єкт	Середнє значення, мкЗв/год	Фонове значення, мкЗв/год	Об'ємна активність проби, Бк/л

#### Зміст звіту

1. Назва й мета практичної роботи.
2. Короткі теоретичні відомості.
3. Опис порядку виконання практичної роботи.
4. Таблиці 3.7 та 3.8, в які занесені результати вимірів та спостереження дослідів.
5. Письмові висновки за результатами практичної роботи.

Контрольні питання:

1. Що таке радіація?
2. Які називають випромінювання іонізуючими?
3. З яких видів складається корпускулярне випромінювання?
4. Назвіть одиниці виміру еквівалентної дози та потужності еквівалентної дози опромінення.
5. Назвіть природні джерела радіоактивності.
6. Від яких чинників залежить небезпечність радіоактивного забруднення довкілля?
7. Якими шляхами радіонукліди потрапляють в організм людини?
8. Від чого залежить вплив радіації на людину?

### **3.4 Система глобальних вимірів сталого розвитку. Вимірювання сталого розвитку (індикатори та індекси)**

**Мета роботи:** ознайомитися із системою глобальних вимірів сталого розвитку та індикаторами і індексами сталого розвитку.



#### Короткі теоретичні відомості

Стрімкий розвиток потреб суспільства та жорстко обмежені можливості біосфери поставили під загрозу подальший світовий розвиток. Важко заперечити той факт, що за минулі століття цивілізація нанесла невиправний збиток природі і всьому людству. Процес деградації біосфери відбувається постійно, він є глобальним та охоплює всі сфери життєдіяльності людини, потребуючи негайної оцінки нанесених збитків в минулому та подальшого моніторингу стану біосфери. Необхідність переходу до сталого розвитку ставить нові цілі, орієнтири, що вимагає перегляду системи макроекономічних показників. Очевидно, що в сучасних умовах традиційні показники, такі, як валовий внутрішній продукт (ВВП), національний доход та інші, що використовуються для вимірювання соціально-економічного прогресу, потребують перегляду або доповнення індикаторами, які враховують, наприклад, виснаження природних ресурсів, раціональне використання земельних ресурсів, забруднення навколишнього середовища. Якщо раніше економічне зростання само по собі могло бути цілком прийнятним, то наразі для збалансованого розвитку країни, регіону, міста необхідно щось більше. Неможливо підтримувати економічне зростання на постійному рівні тривалий час за рахунок нераціонального використання ресурсів. Таким чином, заклики збільшити ВВП за будь-яку ціну не відповідають принципам сталого розвитку. Показники сталого розвитку, з одного боку, являють собою кількісне визначення, вираз нових цілей при русі до сталого розвитку для осіб, які приймають рішення, з іншого боку важливі для суспільства в оцінці дій уряду,

спрямованих на досягнення сталого розвитку.

Під індикаторами сталого розвитку слід розуміти показники, що використовуються для проведення оцінки якості життя населення, впливу людської діяльності на стан довкілля та здоров'я людей.

Формування сталості соціально-економічної системи, за визначенням Т. М. Шовгенова, повинно базуватися на відповідній системі оцінки та принципах сталого розвитку, основними з яких є:

- покращення якості життя;
- гарантоване здоров'я людей;
- задоволення основних життєвих потреб як населення, так і майбутніх поколінь;
- боротьба з бідністю;
- раціональні структури виробництва та споживання;
- раціональне природокористування;
- збереження екосистеми, захист клімату та озонового слою;
- забезпечення екологічної безпеки;
- усунення всіх форм насилля над людиною та природою;
- глобальне партнерство.

В.Б. Артеменко відзначає, що аналітичний огляд наукових праць, присвячений сталому розвитку, свідчить, що, по-перше, фундаментом цього розвитку є економічні, соціальні та екологічні проблеми, та все, що з ними пов'язане; по-друге, шляхи розв'язання таких проблем безпосередньо пов'язані з соціально-економічною та екологічною системами певної території; по-третє, забезпечення стійкого сталого розвитку повинно бути підкріплено певною інформаційно-аналітичною системою, що має відображати три базові сфери: соціальну, економічну та екологічну. Тобто, економічні, екологічні та соціальні характеристики мають бути визначені в певній системі відповідних показників (індикаторів).

Більшість науковців на даний час розходяться в точках зору щодо кількості індикаторів та їх змісту. Існує проблема й у диференціації системи індикаторів сталого розвитку з низкою індексів, які вимірюють розвиток.

В якості першого показника сталого розвитку можна визначити індикатор справжнього прогресу (*Genuine Progress Indicator* — GPI). Даний індикатор був запропонований в якості показника економічного зростання та як заміна ВВП. Індикатор справжнього прогресу є показником, що вимірює, чи дійсно є зростання і збільшення виробництва товарів і розширення послуг фактично призвело до підвищення добробуту (або благополуччя) людей в країні. Даний індикатор є однією з перших альтернатив ВВП, що використовується в наукових колах, урядовими та неурядовими організаціями у всьому світу.

Заслуговує на увагу методика розрахунку індексу сталого економічного добробуту (*Index of Sustainable Economic Welfare*), який був розрахований у 1989 р. Коббом та Делі (США) та представлений європейським країнам (Німеччині у 1991 р., Великій Британії у 1994 р., Австрії, Шотландії, Данії та Нідерландам). Даний показник є розміром ВВП на душу населення, що скоректований на суму витрат на соціально-економічні та екологічні фактори.

Розробка даного індексу — це спроба побудови агрегованого монетарного індексу, що прямо порівнюється зі стандартами національних рахунків з урахуванням важливих моментів, які заперечуються у інших методах через їх високу агрегованість. При розрахунку даного показника враховуються такі змінні, як вартість забруднення води, повітря, шумового забруднення, втрата сільськогосподарських угідь, компенсації майбутнім поколінням за втрату не відновлюваних джерел енергії та ін.

Інший підхід до оцінки сталості був запропонований Єльським та Колумбійським університетами для Всесвітнього економічного форуму в Давосі. Показник сталості оточуючого середовища (*Environmental Sustainability Index*) розраховується по 22 індикаторах. Кожний індикатор визначається як усереднене 2-5 змінних. Всього виділено 67 змінних. Формально всі змінні отримують рівну вагу при розрахунку індексу, оскільки відсутні загальноприйняті пріоритети у ранжуванні екологічних проблем. У відповідності до даного показника у десятку найбільш стійких країн увійшли Фінляндія, Норвегія, Канада, Швейцарія, Нова Зеландія, Австралія, Австрія, Ісландія, Данія та США.

В якості критерію успішності слідування принципам сталого розвитку ООН пропонує розглядати таку зміну поведінки людства в цілому, що приведе до повсюдного, а не в окремо взятій країні, скорочення втрат усіх видів природних ресурсів, що в історичній перспективі має звести до нуля незворотні природні процеси небажаного характеру.

До складу цільових параметрів сталого розвитку необхідно включати характеристики стану навколишнього середовища, екосистем і природоохоронних територій. До них належать показники: якості атмосфери, вод, територій, що знаходяться в природному і зміненому стані, кількості біологічних видів, що знаходяться під загрозою зникнення і т.д.

Необхідність в розробці індикаторів стійкого розвитку була відзначена в «Порядку денному на XXI століття», (прийнята на Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 р). Глобальна програма «Порядок денний на XXI століття» була покликана підготувати світове співтовариство до вирішення проблем, з якими цивілізація зіткнулася, вступаючи в XXI століття. Документ згрупований в чотири розділи: соціальні і економічні аспекти; збереження і раціональне використання ресурсів з метою розвитку; посилення ролі основних груп населення; засоби здійснення. У 40-вому розділі цього документа ( «Інформація для прийняття рішень») зазначено: «З метою створення надійної основи для процесу прийняття рішень на всіх рівнях і сприяння полегшенню саморегульованої стійкості комплексних екологічних систем і систем розвитку необхідно розробити показники сталого розвитку».

Контроль за досягненням цілей сталого розвитку, управління цим процесом (прийняття рішень), оцінка ефективності використовуваних засобів і рівня досягнення поставлених цілей вимагають розробки відповідних критеріїв і показників - індикаторів стійкого розвитку. Таким чином, головна мета створення системи індикаторів — моніторинг сталого розвитку суспільства.

У світі активно йде розробка критеріїв та індикаторів сталого розвитку. Цим займаються провідні міжнародні організації: ООН, Всесвітній Банк, Організація країн економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР), Європейська комісія, Науковий комітет з проблем навколишнього середовища (SCOPE) і ін. Ця проблема розглядається на різних міжнародних конференціях і семінарах. Хоча розробка індикаторів стійкого розвитку ще далека від завершення, проте вже запропоновані проекти індикаторів для систем різних масштабів: глобального, регіонального, національного, локального, галузевого, навіть для окремих населених пунктів і підприємств. Слід зазначити такі проекти по розробці індикаторів стійкого розвитку як: система індикаторів сталого розвитку, запропонована Комісією ООН зі сталого розвитку (КСР), що складається з 132 індикаторів.

Комісія ООН зі сталого розвитку після конференції ООН в Ріо-де-Жанейро розробила індикатори сталого розвитку.

Загальноприйнятим є індекс розвитку людського потенціалу (ІРЛП), що був розроблений у 1990 р. пакистанським економістом Мабумом уль Хаком (*Mahbub ul Haq*) та який використовується з 1993 р. Програмою розвитку ООН в щорічних звітах ООН про людський розвиток. Даний показник використовується також для оцінки рівня розвитку країни. ІРЛП вимірюється по трьох основних напрямках — середня тривалість майбутнього життя при народженні — оцінює довголіття; рівень грамотності дорослого населення країни (2/3 індексу) і сукупна частка учнів (1/3 індексу); рівень життя, оцінений через ВВП на душу населення за паритетом купівельної спроможності. Однак даний показник не враховує стан оточуючого середовища.

В програмі дій ООН «Порядок денний на XXI століття» рекомендовано країнам на національному рівні та міжнародним урядовим та неурядовим організаціям на міжнародному рівні розробити концепцію показників сталого розвитку з метою виявлення таких показників. Також відповідним органам і організаціям системи ООН у співпраці з іншими міжнародними урядовими, міжурядовими та неурядовими організаціями запропоновано використовувати відповідний набір показників сталого розвитку. Однак через універсальність показників та різницю в соціальних, економічних та екологічних умовах більшість розвинутих країн єдині в прагненні розробити власні показники та стратегії сталого розвитку, більш наближені до розвитку країни, хоча деякі показники є схожими.

Отже, індикатори сталого розвитку — це показники, які використовують для кількісної оцінки впливу людської діяльності на стан довкілля і на стан здоров'я людей, якість та тривалість їхнього життя. Ці показники мають бути єдиними для загальної оцінки певної території чи порівняльної оцінки декількох територій. Також можуть бути окремі фіксовані індикатори, які застосовуються для оцінки лише конкретної території.

Поряд з індикаторами розробляються і застосовуються на практиці індекси. Індекс — це агрегований або зважений індикатор, заснований на декількох інших індикаторах або даних. Використання індексів прийнятно там,

де добре зрозумілі причинно-наслідкові зв'язки.

Розробка індикаторів і індексів сталого розвитку є комплексною і дорогою процедурою, що вимагає великої кількості інформації, отримати яку буває складно, а іноді і просто неможливо. Велика кількість індикаторів, що входять в систему, ускладнює їх використання у багатьох країнах у зв'язку з відсутністю необхідних статистичних даних.

Навіщо потрібні індикатори?

1) Індикатори використовуються для обґрунтування прийнятого рішення за допомогою кількісної оцінки і спрощення.

2) Індикатори допомагають інтерпретувати зміни.

3) Використання індикаторів дозволяє виявляти недоліки в природокористуванні.

4) Індикатори дозволяють полегшити доступ до інформації для різних категорій користувачів.

5) Індикатори полегшують обмін науково-технічною інформацією.

Будучи інструментом для підтримки рішень і планування, індикатори також можуть виконувати важливу комунікативну функцію. Так індикатори стану навколишнього середовища інформують громадськість і привертають увагу до певних екологічних загроз. Це часто мобілізує людей для самостійного прийняття необхідних заходів або звернення за допомогою до представників влади чи приватних компаній.

Світовий досвід в області розробки індикаторів сталого розвитку показує, що існують два підходи до їх побудови:

1) Побудова системи індикаторів, кожен з яких відображає окремі аспекти сталого розвитку.

2) Побудова інтегрального, агрегованого індикатора (індексу), на основі якого можна судити про ступінь стійкості еколого-соціально-економічного розвитку.

Використання правильних індикаторів є життєво важливим при русі до стійкості.

Системи індикаторів сталого розвитку. Про моделі TCP (PSR).

Модель TCP (тиск, стан, реакція). Виявляє причинно-наслідкові зв'язки між економічною діяльністю та екологічними і соціальними умовами і допомагає особам, які приймають рішення, та громадськості побачити взаємозв'язок цих сфер і виробити політику для вирішення виникаючих проблем. Тому вона являє собою механізм відбору та організації показників в зручній формі. Однак це не означає ігнорування більш складних відносин в екосистемах, а також економіко-екологічних і соціально-екологічних взаємозв'язків.

Людська діяльність надає «тиск» на навколишнє середовище і впливає на якість і кількість природних ресурсів («стан»); суспільство реагує на ці зміни через природоохоронну, загальноекономічну та галузеву політику і через зміни в суспільній свідомості і поведінці («реакція на тиск»). «Тиск» включає опосередкований і прямий тиск (тобто використання ресурсів і викид забруднюючих речовин і відходів).



Показники екологічного тиску тісно пов'язані з характером виробництва і споживання, вони часто відображають інтенсивність забруднення або використання ресурсів, а також обумовлені цими процесами тенденції і зміни за певний період часу. Їх можна використовувати для ілюстрації процесу розриву зв'язку між економічною діяльністю і зумовленими нею екологічними проблемами. Їх також можна застосовувати для оцінки ефективності діяльності по досягненню національних цілей і виконанню міжнародних зобов'язань.

Екологічний стан пов'язаний з якістю навколишнього середовища і кількістю і якістю природних ресурсів. Як такі, вони відображають кінцеву мету природоохоронної політики. Показники екологічного стану створені з таким розрахунком, щоб давати огляд екологічної ситуації та її розвитку в часі. Прикладами їх є: концентрації забруднюючих речовин у навколишньому середовищі; перевищення критичних навантажень; вплив певного рівня забруднення на населення або зниження якості навколишнього середовища і пов'язане з цим вплив на здоров'я людей; стан флори і фауни і запасів природних ресурсів.

Індикатори впливу висвітлюють наслідки від змін в стані навколишнього середовища для тих, хто прямо або побічно використовує ресурси навколишнього середовища. Як приклади можна привести індикатори, що впливають на здоров'я, витрати на очистку стічних вод, зміни в сільськогосподарської продуктивності орних земель. Індикатори впливу також включають тимчасові параметри і індекси впливу на аспекти людського добробуту. Широко відомі приклади — валовий національний продукт (ВНП), індекс розвитку людського потенціалу (ІРЛП), який є індикатором якості життя.

Показники реакції відображають реакцію суспільства на екологічні проблеми. Вони пов'язані з колективними та індивідуальними діями і реакціями, спрямованими на пом'якшення, адаптацію або запобігання негативному впливу на навколишнє середовище, викликаного людською діяльністю, або на збереження природи і природних ресурсів.

Індикатори вимагають спеціальних перетворень, пристосування до конкретних умов, а в деяких випадках — розширення для окремих країн. Індикатори розбиті на три категорії з урахуванням їх цільової спрямованості:

1. Індикатори екологічних аспектів сталого розвитку (включаючи характеристики води, суші, атмосфери, інших природних ресурсів, а також відходів).

2. Індикатори інституційних аспектів сталого розвитку (програмування і планування політики, наукові розробки, міжнародні правові інструменти, інформаційне забезпечення, посилення ролі основних груп населення).

3. Індикатори — рушійна сила, що характеризують людську діяльність, процеси і характеристики, які впливають на сталий розвиток.

Л. Г. Мельник відзначає, що індикатори сталого розвитку покликані забезпечити обґрунтування критеріїв для прийняття рішень на всіх рівнях, що буде гарантувати, тим самим, саморегулювання сталості системи «природа-суспільство».

Однак сьогодні в світі відсутня єдина загальноприйнята система індикаторів сталого розвитку. Кожна з країн, яка реалізує подібну стратегію, має свій набір індикаторів сталості. В Україні ж, на даний час, система використання подібних індикаторів ще не налагоджена. Існуюча в Україні система показників стану навколишнього середовища, за оцінками фахівців, не відповідає сучасним вимогам формування системи сталого розвитку України, які базуються на принципах міжнародної Конференції ООН з питань навколишнього середовища і розвитку. Актуальним стає впровадження інтегрованих показників сталого розвитку, що створило б можливість узгоджено розглянути проблеми стану середовища і соціально-економічного прогресу держави в контексті реалізації основних завдань сталого розвитку України. На даному етапі міжнародне співтовариство розглядає показники стану навколишнього середовища як комплексний інструментарій для виміру і репрезентації еколого-економічних тенденцій в країні. Виходячи з цих позицій, можна виділити три основні типи показників:

- показники сучасного екологічного стану, що визначають діючі екологічні параметри;
- показники впливу чи тиску, що відбивають антропогенний вплив на навколишнє середовище;
- показники, що регулюють вплив на навколишнє середовище і за допомогою яких можна визначити, як різні агенти реагують на специфічний вплив.

### Зміст роботи

#### Завдання 1.

1.1 Використовуючи теоретичний матеріал, надати характеристику системи індикаторів сталого розвитку, розроблену Комісією ООН по сталому розвитку та заповнити табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Характеристика системи індикаторів сталого розвитку

Група індикаторів	Характеристика групи індикаторів
Соціальні	Тривалість життя
	Забезпеченість житловою площею
	Інвестиції в охорону здоров'я та соціальні цілі
	Боротьба з бідністю
	Демографічна динаміка та стабільність
	Поліпшення якості освіти, інформованості та виховання суспільства
	Захист та поліпшення здоров'я людей
	Поліпшення розвитку населених пунктів
Економічні	ВВП
	Середня заробітна плата
	Капітальні вкладення в екологічну діяльність
	Міжнародна кооперація для прискорення сталого розвитку

Табл. 3.9

	Зміна характеристик споживання
	Фінансові ресурси та механізми
	Частка еколого-економічного збитку ВВП
Інституціональні	Врахування питань екології та розвитку в плануванні і управлінні сталого розвитку
	Національні механізми та міжнародне співробітництво для створення потенціалу сталого розвитку у країнах, що розвиваються
	Міжнародний інституціональний порядок
	Міжнародні правові механізми
	Інформація для прийняття рішень
	Посилення ролі громадськості
Екологічні	Викиди шкідливих речовин, показники захисту атмосфери від забруднення
	Обсяги споживання чистої води, показники збереження якості водних ресурсів, захист океанів, морів і прибережних територій від забруднення
	Показники, що характеризують раціональне управління вразливими екосистемами, збереження біологічного різноманіття
	Частка розораних земель, показники раціонального використання земельних ресурсів
	Показники, що відображають результати боротьби із спустеленнями опустелюваннями і посухами, боротьби за збереження лісів
	Показники розвитку сільських районів і сприяння веденню сталого сільського господарства
	Показники екологічного безпечного використання біотехнологій
	Обсяги похованих шкідливих відходів, показники екологічно безпечного управління твердими відходами і стічними водами, токсичними хімікатами, небезпечними й радіоактивними відходами

1.2 Систематизуйте у схематичному вигляді дані, що узагальнюють відповідь на питання «Навіщо потрібні індикатори сталого розвитку?» (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Схема складових компонентів, що визначають потрібність у індикаторах сталого розвитку

1.3 Систематизуйте у схематичному вигляді категорії на які розбиті індикатори сталого розвитку з урахуванням їх цільової спрямованості (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Основні категорії на які розбиті індикатори сталого розвитку з урахуванням їх цільової спрямованості

1.4 Систематизуйте у схематичному вигляді основні типи показників, що на даному етапі міжнародне співтовариство розглядає як показники стану навколишнього середовища і як комплексний інструментарій для виміру і репрезентації еколого-економічних тенденцій в країні (рис. 3.3).

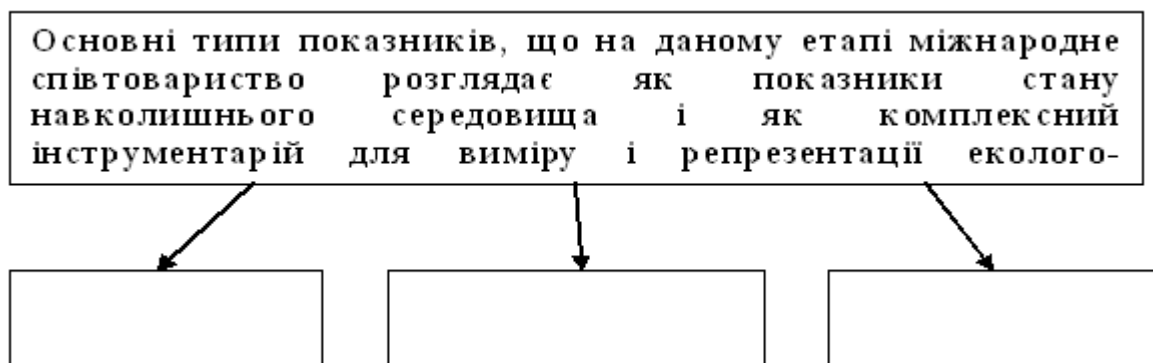


Рисунок 3.3 – Основні типи показників, що на даному етапі міжнародне співтовариство розглядає як показники стану навколишнього середовища і як комплексний інструментарій для виміру і репрезентації еколого-економічних тенденцій в країні

Завдання 2. Використовуючи теоретичний матеріал, дати відповіді на контрольні запитання.

1. Де була відзначена необхідність в розробці індикаторів сталого розвитку?

2. В чому головна мета створення системи показників - індикаторів сталого розвитку?

3. Які провідні міжнародні організації у світі займаються розробкою критеріїв та індикаторів сталого розвитку?

4. Індикатори сталого розвитку — це?
5. Індекси сталого розвитку — це?
6. Які підходи існують в області розробки індикаторів сталого розвитку?
7. Що виявляє модель ТСП (тиск, стан, реакція)?
8. Що відображають показники реакції?
9. Л. Г. Мельник відзначає, що індикатори сталого розвитку покликані забезпечити...
10. На чому повинно базуватися формування сталості соціально-економічної системи, за визначенням Т.М. Шовгенова?

### 3.5 Моделюючі системи забезпечення сталого майбутнього. Планування стратегії сталого розвитку

**Мета роботи:** ознайомитися з моделюючими системами забезпечення сталого майбутнього та засадами планування стратегії сталого розвитку.



#### Короткі теоретичні відомості

Виникає питання: «Чи спроможне людство подолати негативні глобальні ситуації, які виникли в результаті його власної діяльності?». Незважаючи на все різноманіття думок, їх можна звести до двох основних, панівних на міжнародній арені.

По-перше, одне з них характеризує позицію більшості вчених країн Заходу і Сходу. Вчасно оцінивши гостроту і невідкладність вирішення глобальних проблем, правильно сформулювали завдання: створення нового світового порядку, а також загальний принцип його вирішення – утвердження миру і справедливості на всій планеті. Для реалізації завдання потрібний справжній переворот в способі життя і свідомості людей у ставленні до землі, навколишнього середовища тощо.

І, по-друге, відповідь на питання дає колосальний технічний та інтелектуальний потенціал людства, що може бути з однаковою ефективністю спрямований на посилення глобальних проблем і на їх успішне вирішення.

Тому-то важливе злиття зусиль всього людства, врахування його інтересів на справедливих, гуманних основах, задоволення потреб сучасних і майбутніх поколінь людей. Єдність земної природи вимагає загального науково обґрунтованого дальшого управління процесом використання її ресурсів. Глобальні загальнолюдські проблеми істотно впливають в сучасних умовах на долю світової цивілізації, загальний прогрес людства. Йдеться про глибокі основи людської історії: світова цивілізація виявляється на роздоріжжі, має зробити історичний вибір, щоб взагалі розвиватися як цивілізація.

Ніхто сьогодні чітко не уявляє, як поведе себе далі біосфера і що робити для запобігання глобальній екологічній кризі. Видатний вчений-космолог М. М. Моїсеєв пише, що сучасні «привласнюючи» цивілізації вичерпали свої

можливості і людству даються дві альтернативи: або жити по-старому, або перейти до нового типу цивілізації.

В першому випадку його чекає планетарна екологічна криза, боротьба за ресурси, котрих на всіх не вистачить, тоталітарне управління «золотого мільярда» (перші прояви котрого ми спостерігаємо уже зараз) і врешті-решт деградація та зникнення людини як біологічного виду.

Друга альтернатива: людство, спираючись на колективний розум, знайде шлях до створення суспільства, здатного до сумісного розвитку з біосферою, тобто зможе перейти в епоху ноосфери (сфери розуму) — блакитної мрії В. І. Вернадського.

Третій сценарій прогнозують В. А. Зубаков і І. Малахов. У наступному столітті техносфера повністю витіснить біосферу. Людина як біологічний вид існувати не зможе. На зміну йому прийде симбіоз людського інтелекту з штучним біокібернетичним творінням, тобто кіборг.

У 1972 році у Массачусетському технологічному інституті — одному з найстаріших і найвідоміших навчальних закладів США — під керівництвом спеціаліста в галузі системної динаміки Денніса Медоуза була підготовлена перша доповідь для «Римського клубу» — «Межі зростання». Медоуз використовував у своєму дослідженні економіко-математичні моделі Джея Форрестера, професора прикладної математики цього ж інституту.

Моделі давали грубу імітацію загальносвітового розвитку за допомогою декількох глобальних категорій та у їх взаємозв'язку — населення, капіталовкладення, використання невідновлюваних ресурсів, забруднення середовища, продовольчі виробництва. Результати дослідження давали найпохмуріші прогнози на майбутнє: через сімдесят п'ять років, свідчила доповідь, сировинні ресурси будуть вичерпані, а брак продовольства стане катастрофічним, якщо економічний розвиток не буде зведено до простого відтворення, а приріст населення Землі не буде поставлений під жорсткий контроль. Висновки доповіді одержали назву концепції «нульового росту».

Так, за оцінками групи Д. Форрестера, кам'яного вугілля мало вистачити на 110 років, хрому — на 96, нафти — на 36, природного газу — на 24. Подібних 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 — у інших.

Форрестер створив перші моделі «Світ-1» і «Світ-2», які відбивали тенденції та взаємозв'язок 5 головних змінних: населення, капіталу, ресурсів, забруднення навколишнього середовища і виробництва продовольства. Модель Форрестера мала попередній характер і давала лише загальні висновки. Модель, створена Медоузом була названа «World 3» за аналогією з попередніми і була опублікована в його книзі «Межі зростання». Хоча модель «World 3» була

більш складною, ніж «*World 2*», вона демонструвала таку ж фундаментальну поведінку і продовжувала основні ідеї свого попередника.

У книзі «Межі зростання» Медоуз і його колеги висловлювали надію на те, що людство візьме попереджувальні заходи з обмеження та регулювання росту і переорієнтації його цілей, які дозволять уникнути надмірного навантаження на навколишнє середовище і виходу за межі самопідтримки Землі. Однак, на їхню думку, «чим далі, тим болючіше будуть ці зміни і тим менше шансів залишатиметься на кінцевий успіх».

Цілком передбачувано книга «Межі зростання» стала світовим бестселером (з часом його перевели більш ніж на 35 мов). Натхнені успіхом своєї першої книги, Денніс Медоуз і його соратники продовжили роботу над моделлю і через двадцять років, в 1992 році, опублікували її сиквел, що отримав більш ефектну назву, — «За межами зростання: глобальна катастрофа чи стабільне майбутнє».

Головний висновок другої книги був тривожним: вихід за межі самопідтримки Землі більше ігнорувати не можна, оскільки це вже доведений факт: у середині 1980-х «загальне навантаження на довкілля з боку людства перевищила підтримуючу здатність планети»

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 і підтримати, 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.

Модель Месаровича-Пестеля описує світ не просто як однорідне ціле, а як систему взаємозалежних 10 регіонів, взаємодія між якими здійснюється через експорт — імпорт і міграцію населення Регіон — це вже соціокультурний параметр, підсистема в глобальній суспільній системі. І хоча він виділяється за економічними і географічними критеріями, але з врахуванням деяких соціальних і культурних характеристик: цінностей і норм співтовариства.

У моделі Месаровича-Пестеля передбачена можливість управління розвитком. Тут можна зафіксувати такі елементи соціологічного підходу, як мети організації, суб'єкт управління, що приймає рішення на основі визначених цінностей і норм. Автори цієї моделі прийшли до висновку, що світу загрожує не глобальна катастрофа, а ціла серія регіональних катастроф, що почнуться значно раніше, ніж пророкували Форрестер і Медоуз. Концепції «глобальної рівноваги» автори моделі «Світ-3» протиставили концепцію «органічного зростання» чи диференційованого розвитку різних елементів системи, коли в окремі періоди інтенсивне зростання одних параметрів у визначених регіонах супроводжується органічним ростом в інших. Однак ніякі глобальні моделі не змогли передбачити тих колосальних змін, що відбулися в другій половині 80-х — початку 90-х у Східній Європі і на території СРСР. Ці зміни істотно

модифікували характер плину глобальних процесів, оскільки вони означали припинення «холодної війни» інтенсифікацію процесу роззброєння, істотно вплинули на економічну і культурну взаємодію.

Загальні результати в цілому підтвердили попередні висновки Форрестера. «У кількох словах це можна виразити так, — пише Печчеї (засновник Римського клубу) — При збереженні нинішніх тенденцій до зростання в умовах кінцевої за своїми масштабами планети вже наступні покоління людства досягнуть меж демографічної та економічної експансії, що призведе систему в цілому до неконтрольованої кризи і краху». І для того, щоб уникнути майбутню глобальну катастрофу, на зміну традиційній парадигмі техніко-економічного зростання повинна прийти парадигма «сталого розвитку».

### **Планування стратегії сталого розвитку**

На Світовому саміті з питань сталого розвитку було визнано, що, незважаючи на численні успіхи та вражаючі досягнення у технічній співпраці та підтримці процесів розвитку, людство стикнулося зі зростаючими соціальними проблемами та погіршенням якості довкілля. Відтак, учасники Самміту закликали до вияву щирої політичної волі та вжиття термінових заходів зі створення у кожній країні світу такого середовища, яке сприяло б активній участі усіх зацікавлених сторін в обговоренні та втіленні стратегій розвитку, зміцненню партнерських стосунків між урядовими структурами, приватним сектором та громадянським суспільством, узгодженню ролі та відповідальності зацікавлених сторін у забезпеченні сталого розвитку, запровадженню ефективних механізмів координації та співпраці задля досягнення спільних пріоритетів. Настав час застосувати новий систематичний і стратегічний підхід до сталого розвитку.

Стратегічний підхід до сталого розвитку передбачає нові способи мислення та діяльності, що забезпечують:

- перехід від розробки і виконання незмінного плану, що швидко втрачає актуальність, до оперування системою, яка легко адаптується та постійно вдосконалюється;
- перехід від визнання виключно державної/місцевої влади відповідальною за розвиток до визнання відповідальним цілого суспільства;
- перехід від централізованого і контрольованого процесу прийняття рішень до децентралізованого планування розвитку, розподілу можливостей та результатів, прозорих переговорів, співпраці та узгоджених дій;
- перехід від спрямованості на конкретний продукт (проекти чи закони) до зорієнтованості на результат (широкий вплив) та якість процесів залучення й управління;
- перехід від високо затратних проектів і залежності від зовнішньої допомоги до розвитку, стимульованого зсередини та фінансованого за рахунок власних джерел.

Стратегія сталого розвитку (ССР) являє собою комплекс узгоджених механізмів і процесів, які передбачають активну участь зацікавлених сторін у розробці загальної мети (бачення), цілей і завдань сталого розвитку та у



координації їх досягнення і перегляду. ССР є орієнтованою на результат системою, що поєднує загальну мету, цілі, завдання, конкретні результати й індикатори їх досягнення, з одного боку, та методику поєднання соціальних, економічних та екологічних аспектів розвитку, з іншої. Стратегія не може бути одноразовою ініціативою; вона повинна стати безперервним процесом, що передбачає участь зацікавлених сторін в її укладанні, реалізації, моніторингу, аналізі та постійному вдосконаленні.

Комітет з демократичних ініціатив ОЕСР визначає стратегію як «узгоджений комплекс процесів аналізу, обговорення, зміцнення потенціалу, планування та інвестування, заснованих на участі й постійному удосконаленні, що поєднують економічні, соціальні та природоохоронні завдання суспільства та сприяють досягненню компромісу, якщо таке поєднання не є можливим».

Зосереджуючись на реалістичних і досяжних завданнях, ефективна стратегія потребує усебічного розуміння та глибокого аналізу ситуації. Водночас, навіть планування надмірно загальних заходів одночасно на багатьох фронтах не перешкоджає її впровадженню. Як процес практичних інституційних перетворень, переважно спрямований на забезпечення стабільності та фінансової живучості, стратегія все одно зосереджуватиметься лише на декількох найпріоритетніших завданнях.

Зазвичай, стратегія сталого розвитку не передбачає здійснення абсолютно нового або відокремленого проекту із стратегічного планування. Визначенню та принципам ефективної стратегії відповідає, радше, ціла низка ініціатив, добре узгоджених та взаємопов'язаних. Для того, щоб наблизити ініціативи, котрі вже реалізуються, до ефективної стратегії сталого розвитку, потрібно помістити їх у ширший контекст, додавши загальну мету (бачення) та комплекс узгоджених механізмів і процесів, що забезпечили б взаємну доповнюваність таких ініціатив, усунули б існуючі неузгодженості, протиріччя та лакуни.

Залежно від обставин, стратегію сталого розвитку можна розглядати як систему, що включає такі складові:

- Регулярні форуми за участі всіх зацікавлених сторін та прийоми досягнення домовленостей на національному і децентралізованих рівнях, зв'язки між різними рівнями;
- Спільне бачення та комплекс широких стратегічних завдань;
- Набір гнучких механізмів виконання цих завдань (система інформації; комунікаційні можливості; аналітичні процеси; міжнародні зобов'язання; узгоджені засоби інтегрування політики, бюджетного процесу, моніторингу та звітності);
- Принципи і стандарти функціонування секторів та діяльності зацікавлених сторін, запроваджені через законодавство, добровільні дії, ринкові інструменти, тощо;
- Пілотні проекти, що дозволяють здобувати досвід і виносити уроки, розбудовувати потенціал та посилювати відповідальність за результат;
- Секретаріат та інші органи, уповноважені координувати зазначені механізми;

- Відповідні повноваження, делеговані на місцевий рівень органами влади вищого рівня та, наскільки можливо, організаціями громадян і бізнес асоціаціями.

Основні принципи, що скеровують стратегію сталого розвитку:

- Орієнтація на потреби й інтереси людей. Ефективна стратегія вимагає підходу, що ставить людей у центр уваги і забезпечує довготермінове покращення становища найбільш уразливих і маргінальних груп населення, зокрема бідних.

- Консенсус щодо довготермінової мети (бачення). Для успіху стратегічного планування необхідна згода усіх зацікавлених сторін щодо довготермінової мети (бачення) та чітких термінів виконання поставлених завдань. Усі політичні партії повинні поділяти загальне бачення та взяти на себе зобов'язання щодо його втілення з тим, аби за умови зміни партії при владі, новий уряд не розглядав би конкретну стратегію лише як складову політики свого попередника.

- Усебічність та цілісність. Стратегії мають бути розроблені таким чином, щоб, наскільки можливо, поєднувати економічні, соціальні та екологічні завдання. У тих випадках, коли таке поєднання є неможливим або ускладненим, необхідно досягати певних компромісів.

- Спрямованість на чіткі бюджетні пріоритети. Стратегія має бути повністю інтегрована до бюджетного процесу, що забезпечить відповідність запланованих заходів, спрямованих на досягнення цілей, наявним фінансовим ресурсам та не дозволить їм перетворитися на "пусті побажання". Обмежений потенціал та часові рамки також позначатимуться на ступені досяжності очікуваних результатів.

- Покладання на комплексний та точний аналіз. Пріоритети повинні визначатися на основі усебічного аналізу існуючої ситуації, прогнозованих тенденцій і ризиків, а також вивченні взаємозалежності між місцевими, національними та глобальними проблемами.

- Обов'язковість моніторингу, навчання та вдосконалення. Невід'ємною частиною стратегії мають бути моніторинг та оцінювання, оснований на чітких показниках, що дозволяють розпочати необхідні процеси, відслідковувати їх поступ, виносити корисні уроки та своєчасно виявляти потребу у зміні курсу.

- Наявність відповідальності та лідерства на місцевому рівні. У минулому чимало стратегій було укладено під зовнішнім тиском чи на вимогу міжнародних агенцій з розвитку. Проте для життєздатності стратегій вкрай важливо, щоб країни самі ініціювали їх розробку і впровадження як на національному, так і на місцевому рівнях.

- Наявність впливової провідної установи та висока готовність органів влади дотримуватися зобов'язань. Такі довготермінові зобов'язання є неодмінною умовою запровадження змін політики та інституційних реформ, виділення фінансових ресурсів та чіткого розподілу відповідальності за реалізацію стратегії.

- Розбудова існуючих механізмів і стратегій. Стратегія сталого розвитку не є цілковито новим механізмом планування. Вона базується на тому, що вже

існує в країні на національному, регіональному та місцевому рівнях, сприяючи поєднанню, взаємному доповненню та узгодженості між різними інструментами і процедурами планування та підходами до нього. Для забезпечення координації механізмів і процесів, виявлення та усунення потенційних протиріч необхідне належне управління усім ходом розробки стратегії. На самому початку даного процесу важливо розподілити ролі й обов'язки, а також визначити характер відносин між його головними учасниками.

- Активна й ефективна участь. Широке залучення громадськості допомагає віднайти нові ідеї та джерела інформації. Участь центральних органів влади (що забезпечують керівництво, запроваджують стимули та виділяють фінансові ресурси) є обов'язковою умовою, проте процес планування має бути багатостороннім, оснований на співпраці децентралізованих органів управління, приватного сектору, громадянського суспільства та маргінальних груп населення. Він також вимагає створення ефективних механізмів спілкування та інформування.

- Зв'язок між національним та місцевим рівнями. Стратегія повинна являти собою процес двосторонньої постійної взаємодії між національним та місцевим (децентралізованим) рівнями. На центральному рівні повинні визначатися основні стратегічні принципи і напрямки (економічна, фінансова та торгівельна політика, законодавчі зміни, закордонні справи та зовнішні відносини, тощо). Проте детальне планування, впровадження і моніторинг здійснюються на децентралізованому рівні, якому передаються відповідні ресурси та повноваження.

- Розвиток та зміцнення наявного потенціалу. З самого початку процесу стратегічного планування дуже важливо оцінити наявний політичний, інституційний, людський, науковий та фінансовий потенціал. Якщо необхідно, розвиток та зміцнення потенціалу має стати частиною самого процесу стратегічного планування.

Ефективна стратегія сталого розвитку об'єднує сподівання і спроможність влади, громадянського суспільства та приватного сектору сформулювати чітке бачення майбутнього, а також розробити і втілити тактику просування до цього майбутнього. Вона визначає, які напрямки роботи є ефективними, і підтримує їх, поліпшує інтеграцію різних підходів та забезпечує можливості оптимального вибору там, де інтеграція неможлива.

## Зміст роботи

### Завдання 1.

1.1 Представити у схематичному вигляді, що саме забезпечує стратегічний підхід до сталого розвитку (рис. 3.4).

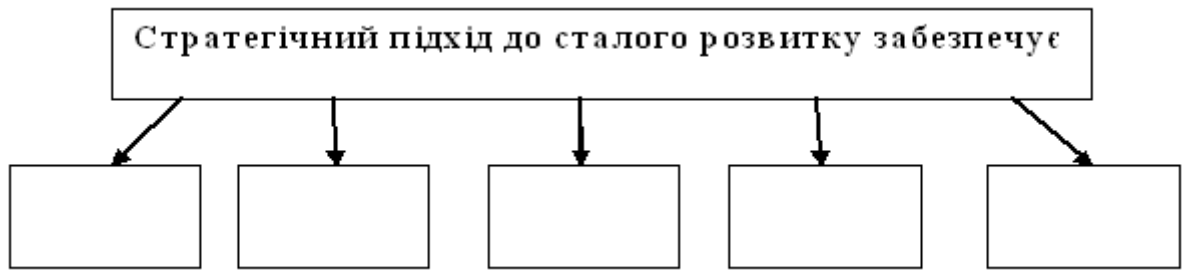


Рисунок 3.4 – Складові систематичного і стратегічного підходу до сталого розвитку

1.2 Систематизуйте у схематичному вигляді основні принципи, що скеровують стратегію сталого розвитку (рис. 3.5).

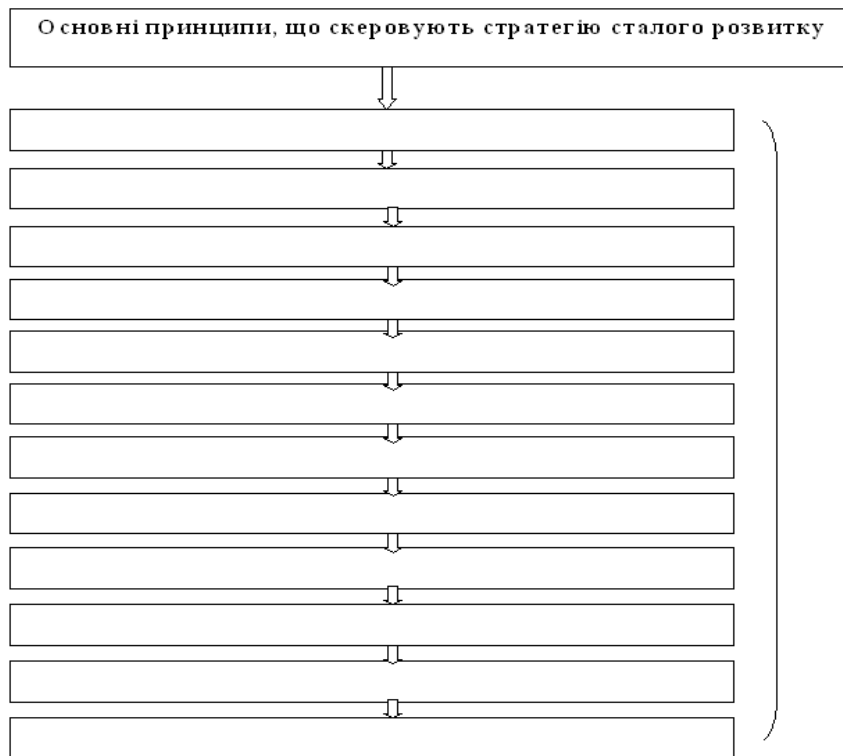


Рисунок 3.5 – Основні принципи, що скеровують стратегію сталого розвитку

1.3 Систематизуйте у схематичному вигляді складові системи стратегії сталого розвитку (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Складові системи стратегії сталого розвитку

## Завдання 2.

Використовуючи теоретичний матеріал, дати відповіді на контрольні запитання.

### Контрольні запитання:

1. Чи спроможне людство подолати негативні глобальні ситуації, які виникли в результаті його власної діяльності?
2. Який сценарій прогнозують для запобігання глобальній екологічній кризі?
3. Ким підготовлена перша доповідь для «Римського клубу» – «Межі зростання»?
4. Які ідеї запропонували Д. Медоуз і Дж. Форрестер з метою запобігання глобальній екологічній катастрофі?
5. Як описує світ модель Месаровича-Пестеля?
6. Яка парадигма повинна прийти на зміну традиційній парадигмі техніко-економічного зростання для того, щоб уникнути майбутньої глобальної катастрофи?
7. Що являє собою стратегія сталого розвитку (ССР)?
8. Що об'єднує ефективна стратегія сталого розвитку?

### **3.6 Сталі технології і концепція «більш чисті виробництва».** **Приклади випровадження стандартів у практичну діяльність**

**Мета роботи:** ознайомитися із методологією «Більш чисте виробництво» (БЧВ). Проаналізувати приклади використання стандартів у практичній діяльності.



#### Короткі теоретичні відомості

У 60-ті роки ХХ століття, науково-технічний прогрес в розвинених країнах почав все більш серйозно проявлятися у вигляді збільшення кількості відходів, викидів і забруднення вод. Забруднення містили все більш складні і токсичні речовини, що представляють собою велику проблему для навколишнього середовища. Даний стан люди спочатку намагалися вирішити шляхом розсіювання забруднення в просторі, будівництва високих труб і великої протяжності каналізаційних систем, провідних в море і віддалених від берегів, а також скидали забруднені води в великі річки. Розраховували на те, що при розведенні концентрація небезпечних речовин знизиться настільки, що вже не становитиме небезпеки для навколишнього середовища. Але можливості самоочищення морів, річок і атмосфери виявилися меншими, ніж люди собі уявляли, і деградація навколишнього середовища тривала. Це було особливо

помітно поблизу великих промислових підприємств, і в 70-ті роки почали створювати очисні споруди тобто кінцеві технології, які служили для уловлювання, переробки або для знешкодження відходів. До них відносяться, наприклад, пиловловлюючі установки, очисні споруди стічних вод, звалища, сміттєспалювальні заводи і т.п. Ці споруди значно знизили і знижують забруднення навколишнього середовища, але їх дієвість обмежена, тому що якщо забруднення вже виникло, то його не можна повністю усунути з середовища. Часто це було лише перенесенням забруднення з одного середовища, наприклад повітря, в інше — в ґрунт (наприклад пиловловлювання). Більш того, ці установки технологічно є досить складними і потребують власних джерел енергії для експлуатації. У разі звалищ твердих відходів рішення проблеми накопичення відходів лише переносить проблему на майбутні покоління, які будуть завалені відходами і звалищами. Такий підхід є не зовсім відповідальним по відношенню до тих поколінь, які житимуть після нас.

Небезпека накопичення все більшої кількості відходів і все більш зростаючі ціни на сировину, призвели в 80-ті роки до зміни в підходах до вирішення цих проблем, а саме до переробки. Цей метод забезпечив часткове зниження утворення відходів тим, що частина сировини після виробництва виробів, яка до цього ставала відходом, поверталася знову в процес і знову брала участь у виробництві того ж самого виробу або застосовувалася в іншому виробництві, як вторинна сировина. Однак, застосування такого підходу теж обмежене, а там, де потрібна висока якість вхідних матеріалів, його застосувати неможливо. Більш того, всюди в світі проблемою є забезпечення відповідного збору вторинної сировини в необхідній кількості, а також витрати, пов'язані з сепарацією, збором і сортуванням сировини.

Крім відповідальності за сьогоднішній стан, все частіше постає питання: «В якому стані ми залишимо довкілля майбутнім поколінням?» Людина починає розуміти, що завдяки своїм діям він може залишити нащадкам скалічену планету, завалену відходами. Тому вже зараз необхідно думати про те, що буде через кілька років. Підходом, який прагне задовольнити наші потреби з урахуванням інтересів майбутніх поколінь, є «сталий розвиток суспільства». Одним з інструментів, за допомогою якого ми можемо сприяти сталому розвитку, є методологія «Більш чисте виробництво» (БЧВ).

«Більш чисте виробництво», як профілактику забруднення, можна розглядати, як новий системний підхід до зниження або навіть до виключення забруднення. Стратегія БЧВ з'явилася в розвинених країнах світу і заснована на запобіганні виникнення забруднень безпосередньо в джерелі виникнення. Це означає, що вона спрямована на запобігання виникненню забруднень, а не на знешкодження відходів. Вона має різні назви — «чистіша технологія», «чиста технологія», «запобігання забруднення», «зниження кількості відходів», «мінімізація відходів» і т.п.

Для вирішення проблеми впровадження ресурсоефективного та більш чистого виробництва доцільно ґрунтуватися на декількох принципах:

Першим принципом є узгодження економічної ефективності, соціальної справедливості та екологічної безпеки.

Другим принципом є запобігання надмірного використання ресурсів та утворення відходів і шкідливих речовин на технологічному рівні виробництва, а не ліквідація наслідків.

Третім принципом є економічна доцільність для промисловця та підприємця впровадження принципу ресурсоефективного та більш чистого виробництва яка досягається завдяки:

- новим технологіям, що використовують інші сировину, матеріали;
- більш ефективне управління діяльністю підприємства;
- повторного використання матеріалів.

На Всесвітньому саміті зі сталого розвитку, що проходив під егідою ООН у м Йоганнесбурзі (ПАР) в 2002 р, особливо підкреслювалося, що стандарти ISO необхідні для поширення сучасних методів менеджменту, єдиних підходів і передової практики діяльності компаній. Самітом підтверджені і отримали подальший розвиток зобов'язання світової спільноти, прийняті конференцією ООН з навколишнього середовища і розвитку, що відбулася в Ріо-де-Жанейро з 3 по 14 червня 1992 року, що сприяли широкому впровадженню міжнародних стандартів ISO серій 9000 і 14000 в багатьох країнах світу.

Міжнародні стандарти з охорони навколишнього середовища ISO серії 14000 націлені в першу чергу на забезпечення сталого розвитку життя на Землі і тому мають найбільш широку аудиторію зацікавлених людей у багатьох країнах світу.

Загальна мета ISO 14001:2015 полягає в тому, щоб підтримати заходи з охорони навколишнього середовища та запобігання його забруднення при збереженні балансу з соціально-економічними потребами організації.

В цілому система міжнародних стандартів ISO серії 14000 забезпечує зменшення несприятливих впливів на навколишнє середовище на трьох рівнях:

- на міжнародному ринку — через уніфікацію міжнародних вимог і поліпшення умов міжнародної торгівлі;
- на національному — через створення істотного доповнення до національної бази державної екологічної політики;
- на організаційному — через поліпшення екологічної ефективності організації.

Сьогодні в усьому світі основним напрямом вдосконалення управління організацією в руслі сталого розвитку є створення та впровадження інтегрованих систем менеджменту на основі міжнародних стандартів ISO 9000, 14 000, SA 8000, OHSAS 18 000, ISO 45 000 та ін. В цих документах зібраний світовий досвід системного управління якістю, екологією, персоналом, охороною праці та промисловою безпекою, інформаційним забезпеченням систем, що сприяє просуванню людства в бік сталого розвитку.

Зміст роботи

Завдання 1.

1.1 Систематизуйте у схематичному вигляді рівні, що в системі міжнародних стандартів ISO серії 14000 забезпечують зменшення несприятливих впливів на навколишнє середовище (рис. 3.7).

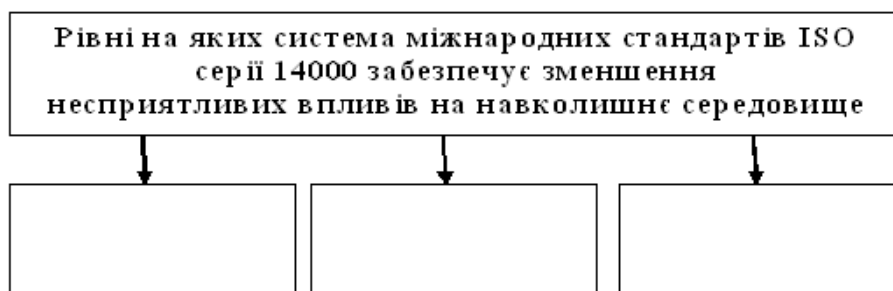


Рисунок 3.7 – Рівні, що в системі міжнародних стандартів ISO серії 14000 забезпечують зменшення несприятливих впливів на навколишнє середовище

1.2 Систематизуйте у схематичному вигляді основні принципи, на яких ґрунтується впровадження ресурсоефективного та більш чистого виробництва (рис. 3.8).

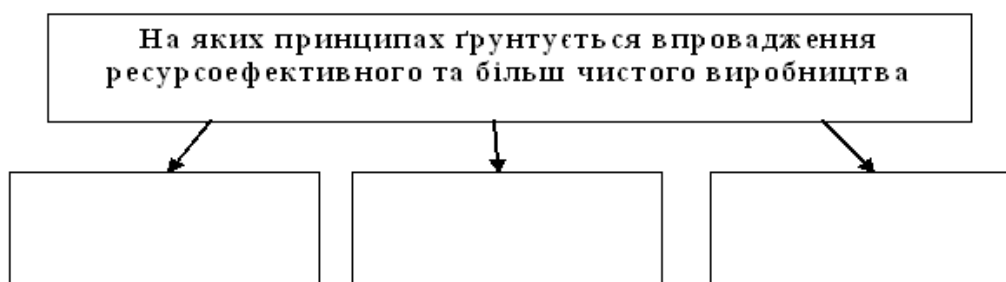


Рисунок 3.8 – Основні принципи, на яких ґрунтується впровадження ресурсоефективного та більш чистого виробництва

Завдання 2. Проаналізувати приклади з практики впровадження БЧВ.

1. Зміни у виробничих технологіях — заміна обладнання: при зміні місця введення хімічних реагентів, необхідних для коагуляції стічних вод, не потрібно перемішування вмісту ємкості, відпала потреба в стислому повітрі (з технологічного ланцюжка виключається повітряний компресор), знизився витрата електроенергії на 118,25 кВт / год., збільшилася продуктивність обладнання очистки стічних вод в 1,3 рази. Зменшилася утворення відходів виробництва та споживання на 0,5 %;

2. Зміни у виробничих технологіях — видалення і збір залишків рідин або твердих речовин перед наступним очищенням: виконання таких заходів, як установка на робочих місцях ємностей для збору відпрацьованих нафтопродуктів, організація збору, обліку та передачі на склад відпрацьованих нафтопродуктів, очищення та збір нафтопродуктів 1 раз у квартал, а також



очищення відстійників очисних споруд 2 рази на рік, призвело до зниження вмісту нафтопродуктів в стічних водах, що надходять на очисні споруди, на 88,3 т / рік, (вагон-ремонтне підприємство).

3. Зміни умов експлуатації — змінити терміни перебування при більш тривалому часі для стікання води (сушіння): сушка виробів при виробництві стельових плит в весняно-літній період (6 місяців) на повітрі при температурі навколишнього середовища знижує споживання електроенергії на 45 900 кВт / період.

4. Заміна вихідних матеріалів: ці зміни спрямовані на зниження кількості використовуваних токсичних матеріалів у виробництві або їх заміну на менш токсичні. Метою цих змін є обмеження використання сировини, досить дорогого і важко видобувних, яке відноситься до поновлюваних ресурсів Землі (нафта, вугілля, газ, важкі і кольорові руди металів). Ці ж зміни спрямовані на заміну сировини на більш доступне або ж поновлювану (дерево, біомаса, вітрова та сонячна енергія).

Використання більш чистих матеріалів. Приклади дій:

- використання матеріалів без домішок;
- використання концентрату в якості сировини.
- заміна матеріалів — заміна фарб, які розчиняються органічними розчинниками на фарби, які розбавляють водою.

Завдання 3. Використовуючи теоретичний матеріал, дати відповіді на контрольні запитання.

#### Контрольні питання:

1. Що може бути підходом, який прагне задовольнити наші потреби з урахуванням інтересів майбутніх поколінь?
2. Що є одним з інструментів, за допомогою якого ми можемо сприяти сталому розвитку?
3. Як можна розглядати методологію «Більш чисте виробництво» (БЧВ) відносно профілактики забруднення довкілля?
4. На запобігання чого спрямована стратегія БЧВ?
5. На що націлені Міжнародні стандарти з охорони навколишнього середовища ISO серії 14000?
6. В чому полягає загальна мета ISO 14001:2015?
7. Що є сьогодні в усьому світі, основним напрямом вдосконалення управління організацією в руслі сталого розвитку?

## 4 САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА

### 4.1 Теми для самостійного опрацювання

№	Назва теми
1	Атмосфера Землі, її будова, склад та екологічне значення.
2	Біосфера та сучасні погляди на її проблеми.
3	Поняття про екосистему. Енергія, динаміка, продуктивність екосистем.
4	Взаємодія людини і суспільства із природним середовищем.
5	Можливість коеволюції людини і природи.
6	Витоки і розвиток ноосферної ідеї В. І. Вернадського.
7	Вплив атомних електростанцій (АЕС) на навколишнє середовище.
8	Вплив природних катастроф на життєдіяльність людей.
9	Глобальна екологічна криза та екологічне становище України.
10	Екологічна ситуація в Європі та її вплив на міжнародні відносини.
11	Екологічні проблеми найважливіших галузей аграрного сектора економіки.
12	Наукова спадщина С. Подолинського у формуванні уявлень про збалансоване природокористування.
13	Діяльність уряду України в галузі охорони довкілля.
14	Демографічні проблеми людства та їх екологічне значення.
15	Джерела екологічної кризи ХХ століття та її вплив на біосферу.
16	Альтернативна енергетика.
17	Бактеріологічна зброя.
18	Енергетичні забруднення довкілля.
19	Шумові забруднення довкілля.
20	Вібраційні забруднення довкілля.
21	Електромагнітні забруднення довкілля.
22	Ультрафіолетове забруднення довкілля.
23	Теплові забруднення довкілля.
24	Концепція сталого розвитку.
25	Держава як інститут забезпечення сталого розвитку.
26	Сталий розвиток, технологія і роль інженерії.
27	Система глобальних вимірів сталого розвитку.
28	Індикатори та індекси сталого розвитку.
29	Сталий розвиток, технологія і техногенна безпека.
30	Стале керування ресурсами.
31	Основні документи світової спільноти зі сталого розвитку.
32	Проблеми сталого розвитку в Україні.

## 4.2 Тести для самоконтролю

### 1. Предмет традиційної екології:

- а) живі організми;
- б) абіотичні фактори середовища;
- в) взаємозв'язки між живими організмами, їх групами різних рангів, живими і неживими компонентами екологічних систем, а також особливості впливу природних і антропогенних чинників на функціонування екологічних систем та біосфери в цілому;
- г) немає правильної відповіді.

### 2. Екологічний імператив передбачає, що:

- а) суспільство повинне навчитися погоджувати свої потреби з можливостями біосфери;
- б) треба відмовитись від науково-технічного прогресу;
- в) треба всіх агітувати за охорону природи;
- г) все перераховане вище.

### 3. Глобальна екосистема – біосфера – це:

- а) загальнопланетарна оболонка в якій розвинулося життя, до складу якої входять нижні шари атмосфери, ціла гідросфера і верхні шари літосфери;
- б) ландшафтна екосистема планети;
- в) поєднання на одній території окремих видів і їхніх екологічних ніш;
- г) немає правильної відповіді.

### 4. Системний підхід в екології підтверджується її визначенням:

- а); «Екологія – це наука про живі організми»
- б) «Екологія — це наука про екологічні системи»;
- в) «Екологія – це наука про взаємодію живих організмів»;
- г) все перераховане вище;
- д) немає правильної відповіді.

### 5. Під глобальною екологічною проблемою розуміється:

- а) деградація навколишнього природного середовища як в результаті нерационального природокористування, так і в результаті забруднення відходами людської діяльності;
- б) погіршення стану довкілля;
- в) погіршення умов існування людини;
- г) все перераховане вище.

### 6. Складові традиційної екології:

- а) екологічний моніторинг, екологічна експертиза, екологічний аудит;
- б) біоекологія, геоекологія, техноекологія та соціоекологія;
- в) аутоекологія, демекологія, синекологія;
- г) все перераховане вище.

**7. На якій конференції було прийнято «Порядок денний на XXI століття»?**

- а) на конференції ООН з навколишнього середовища в Стокгольмі в 1972 р.;
- б) на конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку в Ріо-де-Жанейро в 1992 р.;
- в) на Всесвітній зустрічі на вищому рівні зі сталого розвитку в Йоганнесбурзі в 2002 р.;
- г) усі відповіді неправильні.

**8. Скільки виділяють глобальних цілей сталого розвитку?**

- а) 5;
- б) 8;
- в) 28;
- г) 17;
- д) усі відповіді неправильні.

**9. Термін «сталий розвиток» визначався як:**

- а) розвиток, що забезпечує стійкі темпи економічного зростання;
- б) розвиток, що забезпечує стійке зростання багатства нації;
- в) розвиток, що задовольняє потреби теперішнього часу, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби;
- г) розвиток, що забезпечує високу якість навколишнього середовища і здорової економіки для всіх народів світу.

**10. Головна мета створення системи індикаторів стійкого розвитку це:**

- а) моніторинг сталого розвитку суспільства;
- б) управління процесом сталого розвитку суспільства;
- в) контроль за досягненням цілей сталого розвитку;
- г) всі варіанти відповідей правильні;
- д) немає жодної вірної відповіді.

**11. В чому основний зміст Декларації Ріо?**

- а) вирішити екологічні проблеми людства;
- б) визначення прав та обов'язків держав світу у межах концепції сталого розвитку;
- в) визначення основних способів реалізації концепції сталого розвитку;
- г) характеристика обмеженості моделей виробництва, які не відповідають сталому розвитку;
- д) досягти рівноважного стану між економічним ростом, соціальною спільнотою та навколишнім природним середовищем.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Троїцька О. О., Беренда Н. В. Загальна екологія (та неоекологія) : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2015. 294с.
2. Троїцька О. О., Беренда Н. В. Біологія та основи екології : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 330 с.
3. Троїцька О. О., Беренда Н. В. Неоекологія та сталий розвиток : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 264с.
4. Беренда Н. В., Кутузова І. О. Загальна екологія (та неоекологія) : методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2009. 62 с.
5. Основи екології: навколишнє середовище і техногенний вплив : підручник для вчз. / Скоробогатий Я. П., Ощатовський В. В., Василечко В. О., Кусковець С. Л. Львів : Новий Світ, 2008. 353 с.
6. Дорогунцов С. И., Ральчук А. Н. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения. Київ : Наукова думка, 2002. 455 с.
7. Стратегія сталого розвитку : підручник для ВНЗ / В. М. Боголюбов та ін. Херсон : Олді-плюс, 2012. 398 с.
8. Еленский Ф. З. Экологизация производства и модели безотходных процессов : учеб. пособие. Київ : УМК ВО, 1988. 255 с.
9. Сталий розвиток суспільства : 25 запитань та відповідей : тлумачний посібник. Київ: Поліграф-експрес, 2001. 28 с.

### Додаткова

1. Заверуха Н. М., Серебряков В. В., Скиба Ю. А. Основи екології: навч. посіб. для вузів. Київ : Каравела, 2006. 368 с.
2. Запольский А. К., Салюк А. І. Основи екології : підручник. Київ : Вища школа, 2005. 383 с.
3. Згуровський М. З. Сталий розвиток у глобальному та регіональному вимірах. Київ : Політехніка, НТУУ «КПІ», 2006. 135 с.
4. Злобін Ю. А., Кочубей Н. В. Загальна екологія: навч. посіб. для студентів вузів. Суми : Університетська книга, 2003. 416 с.
5. Корсак К. В., Плахотнік О. В. Основи сучасної екології : навч. посіб. Київ : МАУП, 2004. 344 с.
6. Некос А. Н. Загальна екологія та неоекологія : навч.-метод. посіб. Харків : Харківський національний університет, 2006. 69 с.
7. Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рандерс Й. За пределами роста : учеб. пособ. Москва : Изд. Группа «Прогресс», «Пангея», 1994. 304 с.

8. Чикайло Ю. І., Худоба В. В. Екологія : навч.-метод. посіб. Львів : ЛДУФК, 2018. – 80 с.

### **Інформаційні ресурси:**

1. Глобальна служба атмосфери : веб-сайт. URL : <https://www.wmo.int/>, URL : <https://public.wmo.int/en> (дата звернення: 03.10.2019).

2. Програма ООН з навколишнього середовища. Програми ООН : веб-сайт. URL: <https://www.unenvironment.org/>, <http://web.unep.org> (дата звернення : 03.10.2019).

3. Офіційний сайт Міністерства екології і природних ресурсів України. URL : <http://www.menr.gov.ua> (дата звернення: 23.09 2019).

4. Державний комітет статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 13.10 2019).

5. Офіційний сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського. URL : <http://www.nbuv.gov.ua> (дата звернення: 23.09 2019).

6. Путівник з екологічних ресурсів. URL : <http://zelenyshluz.narod.ua> (дата звернення : 23.09 2019).

7. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України № 2697-VIII від 28.02.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19> (дата звернення: 15.01.2020).

8. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України № 722/2019 від 30.09.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019> (дата звернення: 15.01.2020)

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Батлук В. А. Основи екології : підручник. Київ : Знання, 2007. 519 с.
2. Бедрій Я. І., Піча В. М. Екологія : короткий навчальний словник-довідник для ВНЗ. Львів : Магнолія 2006, 2009. 238 с.
3. Бигон М. Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества : учебник по теоретическим основам экологии : у 2 т. / пер. з англ. за ред. А. М. Гилярова. Москва : Мир, 1989. Том 1. 667 с.
4. Білявський Г. О. Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи загальної екології : підручник. Київ : Либідь, 2004. 408 с.
5. Білявський Г. О., Бутченко Л. І., Навроцький В. М. Основи екології : теорія та практикум : навчальний посібник. Київ : Лібра, 2002. 352 с.
6. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища : навчальний посібник для ВНЗ. Суми : Університетська книга, 2007. 315 с.
7. Васюкова Г. Т., Ярошева О. І. Екологія : підручник для внз. Київ : Кондор, 2009. 524 с.
8. Гавриленко О. П. Екогеографія України : навчальний посібник. Київ : Знання, 2008. 646 с.
9. Грицик В., Канарський Ю., Бедрій Я. Екологія довкілля. Охорона природи : навчальний посібник для ВНЗ. Київ : Кондор, 2009. 290 с.
10. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія: Геохімічний аспект : навчальний посібник для ВНЗ. Чернівці : Наші книги, 2010. 310 с.
11. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища : навчальний посібник. Київ : Знання, 2007. 422 с.
12. Добровольський В. В. Основи теорії екологічних систем : навчальний посібник. Київ : ВД "Професіонал", 2005. 272 с.
13. Екологія : підручник / С. І. Дорогунцов, К. Ф. Коценко, М. А. Хвесик та ін. Київ : КНЕУ, 2006. 371 с.
14. Екологія : основи теорії і практикум : навчальний посібник для ВНЗ / Потіш А. Ф., Медвідь В. Г., Гвоздецький О. Г., Козак З. Я. Львів : Новий Світ, 2000. 293 с.
15. Екологія: теоретичні основи і практикум : навчальний посібник / Потіш А. Ф., Медвідь В. Г., Гвоздецький О. Г., Козак З. Я. Львів : Магнолія плюс, 2004. 321 с.
16. Еколого-економічний тлумачний словник-довідник / Толстоухов А. В., Волкова Л. А., Лустюк М. Т., Білоус Н. М. Київ : Видавництво Європейського університету, 2003. 147 с.
17. Заверуха Н. М., Серебряков В. В., Скиба Ю. А. Основи екології : навчальний посібник для вузів. Київ : Каравела, 2008. 304 с.
18. Запольский А. К., Салюк А. І. Основи екології : підручник / за ред. К. М. Ситника. Київ : Вища школа, 2005. 383 с.

19. Злобін Ю. А., Кочубей Н. В. Загальна екологія : навчальний посібник для ВНЗ. 2Суми : Університетська книга, 2005. 414 с.
20. Івашура А. А., Орехов В. М. Екологія: теорія та практикум : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Харків : ВД «ІНЖЕК», 2004. 208 с.
21. Ільєнко Р. Ю. Екологія для всіх : словник-довідник. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 156 с.
22. Кизима Р. А. Екологія : навчальний посібник для ВНЗ. Харків : Бурун Книга, 2010. 303 с.
23. Козлов О. В., Садчиков А. П. Задачник по экологии. Ростов н/Д : Феникс, 2006. 125 с.
24. Корсак К. В., Плахотнік О. В. Основи сучасної екології : навчальний посібник. Київ : МАУП, 2004. 344 с.
25. Кучерявий В. П. Екологія : підручник для ВНЗ. Львів : Світ, 2001. 499 с.
26. Мітрясова О. П. Хімічні основи екології : навчальний посібник. Київ : ВТФ «Перун», 1999. 192 с.
27. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія : тлумачний словник. Київ : Либідь, 2004. 375 с.
28. Мусієнко М. М., Серебряков В. В. Екологія. Охорона природи : словник-довідник. Київ : Знання, 2007. 624 с.
29. Некос В. Ю. Основи загальної екології та неоекології : навчальний посібник у 2-х ч. Харків : Прапор, 2001. Ч.2. Основи загальної та глобальної неоекології. 287 с.
30. Одум Ю. Экология. В 2 т. / пер. с англ. Ю. М. Фролов. Москва : Мир, 1986. Т. 1. 376 с.
31. Потіш Л. А. Екологія : навчальний посібник. Київ : Знання, 2008. 272 с.
32. Реймерс, Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник. Москва : Мысль, 1990. 637 с.
33. Розенберг Г. С., Рянский Ф. Н. Теоретическая и прикладная экология : учебное пособие. Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. пед. инст-та, 2005. 292 с.
34. Руденко С. С., Костишин С. С., Морозова Т. В. Загальна екологія : практик. курс для ВНЗ. Чернівці : Рута, 2003. 319 с.
35. Соломенко Л. І., Боголюбов В. М. Загальна екологія : навчальний посібник для ВНЗ. Херсон : Олді-плюс, 2012. 287 с.
36. Сухарев С. М., Чундак С. Ю., Сухарева О. Ю. Основи екології та охорони довкілля : навчальний посібник для вузів. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 394.
37. Українська екологічна енциклопедія / за ред. Р. Дяківа. Київ : Міжнародна економічна фундація, 2006. 808 с.
38. Фёдорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Москва : Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2001. 288 с.



39. Некос А. Н. Загальна екологія та неоекологія : навчально-методичний посібник / під ред.. В. Ю. Некоса. Харків : Харківський національний університет, 2006. 69 с.

40. Сталий розвиток суспільства : 25 запитань та відповідей : тлумачний посібник. Київ : Поліграф-експрес, 2001. 28 с.

41. Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рандерс Й. За пределами роста : учеб. пособ. Москва : Изд. группа «Прогресс», «Пангея», 1994. 304 с.

42. Дорогунцов С. И., Ральчук А. Н. Управление техногенно-экологической безопасностью в контексте парадигмы устойчивого развития: концепция системно-динамического решения. Київ : Наукова думка, 2002. 455 с.

43. Стратегія сталого розвитку : підручник для ВНЗ / Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мельник Л. Г. та ін. Херсон : Олді-плюс, 2012. 398 с.

44. Еленский Ф. З. Экологизация производства и модели безотходных процессов : учеб. пособие. Київ : УМК ВО, 1988. 255 с.

Навчально-методичне видання  
(українською мовою)

Троїцька Олена Олександрівна  
Беренда Наталія Володимирівна  
Белоконь Каріна Володимирівна  
Манідіна Євгенія Анатоліївна

## **ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК**

Навчально-методичний посібник

для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра денної і заочної форм навчання спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітньо-професійної програми «Технології захисту навколишнього середовища», спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Цивільна безпека», спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійної програми «Будівництво та цивільна інженерія»

Рецензенти: *Є. О. Тулушев, О. Г. Добровольська*  
Відповідальний за випуск *Г. Б. Кожемякін*  
Коректор *О. О. Троїцька*