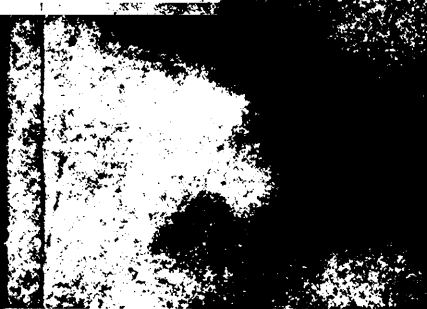


В. П. КУЧЕРЯВИИ

УРБООЕКОЛОГІЯ



ББК 28.081я7+60.55.661я7

К 95

УДК 504.75

Рецензенти:

д-р архіт., проф. А.М. Рудницький
(Національний університет "Львівська політехніка", Львів),
канд. філософ. наук, доц. М.М. Назарук
(Львів. Національний університет)

"Допущено Міністерством освіти і науки України"
(Лист 1/11-1872 від 17.07.2001 р.)

Кучерявий В.П.

К95 Урбоекологія: Підручник. — Львів: Світ, 2001 — 440 с.

ISBN 5-7773-0907-0.

У підручнику викладено зміст нової наукової та навчальної дисципліни — урбоекології. Висвітлено процес урбанізації природного середовища і його негативні наслідки. Урбоекологія як наука про міські біоценози розглядає міські екосистеми в складі екотону (грунт, клімат, забруднення) та біоценозу з його фітоценозом, зооценозом і мікробіоценозом. Розглянуто методи моніторингу міських екосистем.

Для студентів природничих і архітектурно-будівельних спеціальностей.

ББК 28.081я7+60.55.661я7

ISBN 5-7773-0907-0

© Кучерявий В.П., 2001

З М І С Т

ПЕРЕДМОВА	11
1. УРБАНІЗАЦІЯ: ЗМІНА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	15
1.1. Ріст міст та їх населення	15
1.2. Джерела і шляхи урбанізації	17
1.3. Феномен гіперурбанізації	19
1.4. Природно-просторові ресурси міста	22
1.5. Місто і його ґрунтовий покрив	30
1.6. Повітряний басейн міста.....	37
1.7. Міська вода	41
1.8. Шумове забруднення	47
1.9. Енергетика урбанізованих регіонів.....	51
1.10. Рослинний покрив і тваринний світ урбанізованих територій	54
2. ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГІЧНА ОСНОВА МІСТА	57
2.1. Міський ландшафт	57
2.2. Генезис міського ландшафту	60
2.3. Динаміка міського ландшафту	79
2.4. Історико-стильові особливості озеленення	87
2.5. Озеленення як засіб формування культурного ландшафту.....	95
2.6. Функціональні міські ландшафти	115
3. МІСТО ЯК СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНА СИСТЕМА	117
3.1. Проста формула системи “місто”	117
3.2. Складна формула системи “ місто”	121
3.3. Типи взаємозв'язків урбоекосистеми.....	123
3.4. Екологічний блок урбоекосистеми	125
3.5. Ландшафтно-екологічна класифікація біогеоценотичного шару	135
3.6. Соціальний блок міста	142
3.7. Місто як система у великій системі міст	145
4. БІОГЕОЦЕНОТИЧНИЙ ПОКРИВ МІСТА	152
4.1. Структурно-функціональна організація біогеоценозу	152
4.2. Класифікація біогеоценотичного покриву міста	155
4.3. Окультуреність міських біогеоценозів	162
4.4. Градієнтна ординація біогеоценотичного покриву	165
5. МІСТО ЯК ГЕТЕРОТРОФНА ЕКОСИСТЕМА	171
5.1. Структура і характер урбоекосистеми	171
5.2. Розміри урбоекосистеми	172
5.3. Інтенсивність обміну й екологічна рівновага	176
5.4. Збалансованість автотрофних і гетеротрофних процесів	178

5.5. Стадії та ступені розвитку урбоєкосистеми	183
5.6. Накопичення урбоєкосистемами речовини й енергії	186
5.7. Особливості речовинно-енергетичного балансу та його моделювання ..	189
5.8. Забруднюючі латералі і радіалі та еколого-компенсаційні заходи	197
6. МІСЬКІ ЕКОТОПИ	204
6.1. Міські ґрунти (міські едафотопи)	204
6.1.1. Класифікація міських ґрунтів	204
6.1.2. Поглинальна здатність і рН міських ґрунтів	205
6.1.3. Органічні речовини міських ґрунтів	209
6.1.4. Переуцільнення ґрунтів	212
6.1.5. Режим вологозабезпеченості міських ґрунтів	225
6.1.6. Особливості ерозійних процесів у місті	232
6.2. Клімат міста (міські кліматопои)	240
6.2.1. Особливості міського клімату	240
6.2.2. Горизонтальні градієнти середовища і рослини	249
6.2.3. Вертикальний температурний градієнт поодинокі стоячих дерев ...	253
6.2.4. Дистермія і температурні градієнти С.І. Радченка	256
6.3. Полютантно-забруднювальний фактор	260
6.3.1. Забруднення атмосферного повітря	260
6.3.2. Забруднення ґрунтів важкими металами	265
6.3.3. Життєвість міських насаджень	268
7. МІСЬКІ БІОЦЕНОЗИ	272
7.1. Фітоценози міста і приміської зони	272
7.1.1. Антропогенізація і синантропізація фітоценотичного покриву	272
7.1.2. Міська "лісистість"	276
7.1.3. Лісова та лучна рослинність	279
7.1.4. Рослини водойм і зволожених місцезростань	280
7.1.5. Паркові угруповання	283
7.1.6. Угруповання газонів	284
7.1.7. Синантропна рослинність	285
7.1.8. Ценоіндикаційні комплекси рудеральної рослинності	287
7.1.9. Десільватизація і сільватизація фітоценозів	288
7.1.10. Зонування спонтанної рослинності	289
7.1.11. Типологія рудеральних угруповань та їх оптимізація	292
7.1.12. Континуальність і дискретність фітоценотичного покриву урбоєкосистеми	295
7.1.13. Еколого-фітоценотичні закономірності просторового розміщення рослинного покриву міста	299
7.2. Міські зооценози	300
7.2.1. Фауна будівель	300
7.2.2. Фауна забудованих територій	304
7.2.3. Походження і склад міської фауни	313
7.2.4. Синантропізація фауни і міські острівні місцезростання	316

7.2.5. Трофічні ланцюги і мережі міських біотопів	321
7.2.6. Синекологічні стосунки в біоценозі	321
7.3. Мікробіоценози	323
7.3.1. Трофічні та метаболічні зв'язки	323
7.3.2. Взаємозв'язки мікроорганізмів з рослинами	326
7.3.3. Взаємозв'язки мікроорганізмів і ґрунтових тварин	332
7.3.4. Біотрансформація екзогенних речовин у міських біогеоценозах	332
8. ПОПУЛЯЦІЯ ЛЮДЕЙ ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я	334
8.1. Структура і динаміка міських популяцій	334
8.2. Здоров'я міської популяції	336
8.3. Еколого-геохімічна оцінка забруднення довкілля важкими металами ..	344
9. БІОІНДИКАЦІЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	349
9.1. Біоіндикація як підхід до оцінки середовища	349
9.2. Криптоіндикаційна оцінка середовища	351
9.3. Мікробіологічна індикація міських ґрунтів	360
10. ФІТОВІТАЛЬНІСТЬ І МЕТОДИ ОЦІНКИ	365
10.1. Урбогенні пошкоджуючі фактори і фітовітальність	365
10.2. Вплив загазованості на життєвість деревних рослин	367
10.3. Феноритміка деревних рослин та оцінка їх фітовітальності	371
10.4. Екологічне зонування міста і фенотипи	374
10.5. Біохімічні процеси у деревних рослинах III і IV ЕФП	378
10.6. Методики фізіолого-біохімічних досліджень	381
10.7. Особливості водного режиму деревних рослин	384
10.8. Електрофізіологічні показники життєдіяльності рослин	388
10.9. Імпеданс і поляризаційна ємність	389
10.10. Біоелектричні потенціали	393
10.11. Вміст і спектральні властивості пігментів	395
10.12. Оцінка життєвості міських деревних порід та еколого-компенсаційні заходи в озелененні	401
11. МІСЬКЕ ЕКОЛОГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ	404
11.1. Типи екологічно обґрунтованих просторів	404
11.2. Поняття екологічного планування міста	407
11.3. Урбоекологічне планування і проектування	409
11.4. Комплексна зелена зона — екологічний каркас міста	419
12. ЗДОРОВ'Я УРБОЕКОСИСТЕМИ І ПРОБЛЕМИ ФІТОМЕЛІОРАЦІЇ ...	427
12.1. Здоров'я міської екосистеми	427
12.2. Фітомеліорація	429
12.3. Управління якістю оточуючого середовища	431
ЛІТЕРАТУРА	436
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	437

ПЕРЕДМОВА

Урбоекологія — нова ланка в екологічній науці. Об'єктом її вивчення є міські біогеоценози, зокрема їх екотони (грунти і клімат), тобто абіотичні компоненти екосистеми, та біоценози (угруповання рослин, тварин і мікроорганізмів) — біотичні компоненти, пов'язані між собою потоком речовини та енергії.

Окремо в урбоекології розглядається популяція людей, яка хоч і є явищем соціальним, з точки зору популяційної екології являє собою поліценотичну популяцію, тобто таку, що протягом свого життя переміщується з одного біоценозу в інший, з однієї екологічної ніші в іншу (житло, місце праці, транспорт, рекреація, транзитні переходи тощо). У міру урбанізації та зростання відчуження природного довкілля міська людина ("гомо урбанус") включає все нові і нові адаптивні (фізіологічні, психологічні, соціальні) механізми, які, напевно, не є безмежними.

Урбоекологія розглядає урбанізацію як об'єктивний історичний процес підвищення ролі міст у розвитку цивілізації з одночасною трансформацією природного довкілля, а точніше, довкілля існування людини — творця такого феномена, яким є місто. Тому значна увага надається дослідженням генезису міського ландшафту і його біогеоценотичного покриву.

Отже, урбоекологія — це наука про взаємозв'язки і взаємодію в часі і просторі двох систем — міської (в складі підсистем — соціальної, технічної, енергетичної, інформаційної, керівної, адміністративної та ін.) і природної, а також про ноосферне управління урбоекосистемою. В свою чергу, урбоекосистема — це природно-територіальний комплекс (геокомплекс) зі всією його ієрархічною структурою — від ландшафту до фації, який знаходиться під безпосереднім впливом (минулим, сучасним, майбутнім) міста. Вивченням природної підсистеми, тобто біогеоценотичного шару міста, і покликана займатися урбоекологія.

Елементарною частинкою біосфери є біогеоценоз (в межах фітоценозу), який на відміну від зооценозу чи мікробіоценозу

нескладно виділити, описати і закартувати. Виділяючи, описуючи і класифікуючи міські фітоценози, ми фактично досліджуємо автотрофний (продуцентний) блок екосистеми, що першим вступає в трансформацію сонячної енергії. В межах фітоценозу (березового гаю чи лугу) досліджуємо зооценоз і мікробіоценоз (гетеротрофні блоки), а також їхнє фізичне середовище — ґрунт і клімат. Сьогодні відбувається накопичення знань про стан окремих компонентів міських біогеоценозів, розрізнені дані не дають повного уявлення про їх функціонування. Гадаємо, в осяжному майбутньому екологічна наука, завдяки системному підходу, зможе формалізувати всі явища, стани і процеси, які відбуваються в урбогеоекобіоті окремих міст, їх районів чи мікрорайонів.

Урбоекологія вже сьогодні володіє інструментальними і біологічними методами індикації міського середовища, які дають можливість виявити дію урбогенних пошкоджуючих факторів і встановити рівень життєвості популяції людей.

Здоров'я міської екосистеми є сумою здоров'я всіх її компонентів — рослин, тварин і мікроорганізмів, серед яких особіно стоїть людина. Тому урбоеколог має шильно стежити за урбогенними змінами довкілля, особливо його забрудненням — хімічним, фізичним, біологічним та радіаційним. Разом з урбосоціологами (урбаністами) вони мають постійно дбати про оптимізацію міської соціоекосистеми.

Урбоекологічний напрям наукових досліджень розвивається в Українському державному лісотехнічному університеті впродовж останніх двох десятиліть. Результати цих досліджень і лягли в основу підготовленого підручника.

Значну допомогу в роботі над підручником надав проф. Герберт Зуккоп (Інститут екології Берлінського технологічного університету), люб'язно надавши свої фундаментальні праці, написані на підставі багаторічних досліджень міських екосистем Західного Берліна. Висловлюю вдячність і глибоку шану цьому видатному досліднику, чий праці 80-х років ХХ ст. сприяли формуванню урбоекологічної думки в Україні.



1

УРБАНІЗАЦІЯ: ЗМІНА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1. РІСТ МІСТ ТА ЇХ НАСЕЛЕННЯ

Міста, як і люди, мають свої долі, свої біографії. В одні історичні епохи вони досягали найвищого розквіту, а в інші — занепадали і навіть зникали. Незважаючи на складні екологічні умови, в яких знаходиться сучасне місто, його притягальна сила не зменшується. Кількість міського населення на планеті з кожним роком зростає. Вважають, що у 2000 р. понад 80% населення Землі буде жити в містах.

Відомі вчені-екологи Б.Уорд і Р.Дюбо ще у 70-х роках у доповіді Генеральному секретарю Конференції ООН з проблем оточуючого середовища звертали увагу на інтенсивне зростання великих міських агломерацій. За їх даними, Лондон разом з приміськими територіями в недалекому майбутньому займе значну частину південно-східної Англії; Бостон через Нью-Йорк зіллється з Вашингтоном, а Токіо, поглинувши Йокогаму, створить єдине місто з 30-мільйонним населенням, яке повністю оточить Токійську затоку.

Досить стрімку динаміку росту міського населення можна проілюструвати на прикладі колишнього СРСР, де у містах у 1926 р. проживало лише 18% населення, в 1959 — 48, в 1973 — 59, а в 1980р. — майже 65%. Характерно, що сучасні великі міста розростаються, внаслідок чого утворюються урбанізовані райони і зони. В Московській агломерації, хоча вона займала 2,1% території СРСР, проживала десята частина його населення. Аналогічна картина склалася і в великих українських містах — Києві, Дніпропетровську, Харкові, Львові.



Як вважають вчені, урбаністична революція, яка виявилася в стрімкому рості міст (табл. 1.1), концентрації населення у гігантських міських агломератах і конурбаціях, перебуває десь посередині свого шляху.

Таблиця 1.1.

Ріст міського населення Землі

Рік	Кількість населення у містах, млн чол.		Частка населення міст світу, %		Частка населення великих міст (понад 100 тис. мешканців), %
	понад 5 тис. мешканців	понад 100 тис. мешканців	понад 5 тис. мешканців	понад 100 тис. мешканців	
1800	27,2	15,6	3	1,7	56,3
1850	74,9	27,5	6	2,3	38,3
1900	218,1	88,6	13,6	5,5	40,3
1950	716,7	313,7	29,3	13,1	43,6
1970	1354,3	690	37,3	19	51
2000 (прогноз)	3200	Немає даних	50	39	70

Надзвичайно бурхливо зростають міста країн третього світу (табл. 1.2).

Сьогодні з десяти мешканців планети один проживає в місті з населенням 1 млн чол. або й більше, причому значна частина живе у мегамістах з населенням 10 млн чол. або й більше.

Таблиця 1.2.

Ріст міст країн третього світу

Назва міста	1950 або ж близький до нього рік	1980 або ж близький до нього рік	1988 або ж близький до нього рік
Мехіко	3,6	16,0	26,3
Сан-Паулу	2,7	12,6	24,0
Бомбей	3,0	8,2	16,0
Джакарта	1,4	6,2	12,8
Каїр	2,5	8,5	13,2
Делі	1,4	5,8	13,3
Маніла	1,8	5,5	11,1

Згідно з проектом ООН, у 2000 р. у світі є близько 26 мегаміст, з яких понад 2/3 — у малорозвинутих країнах.

Слаборозвинуті країни з 34%-ю урбанізацією зосередили 1,5 мільярда людей — це більше, ніж загальне населення Європи, Північної Америки, Латинської Америки й Японії разом узятих. Підраховано, що малорозвинуті країни можуть досягти принаймні 57%-ї урбанізації до 2025 р. У високорозвинутих країнах, де відсоток урбанізації становить 73%, ріст міського населення відбувається повільніше, ніж у малорозвинутих, од-

нак урбанізація до 2025 р. може сягнути 84%. Бідність посилює урбанізацію: все більше і більше людей мігрують з сільських районів у міські. Замість того щоб стати комерційними та індустріальними центрами, багато міст страждає від надзвичайної убогості, занепаду навколишнього природного і соціального середовища.

Слід відзначити, що у 1900 р. на всій планеті міст із населенням понад 10 млн не було зовсім, сьогодні ж їх є 17, а до 2001 р. буде декілька десятків. За даними ООН, у 1988 р. понад 10 млн чол. налічували Токіо (25,2 млн), Нью-Йорк (18,8 млн), Мехіко (17,9 млн), Сан-Пауло (16,8 млн), Шанхай (14,3 млн), Лос-Анджелес (13,7 млн), Калькутта (12,2 млн), Бомбей (12,1 млн), Пекін (12 млн), Осака (11,8 млн), Буенос-Айрес (11,7 млн), Каїр (10 млн). У 2000 р. за підрахунками фахівців ООН в галузі народонаселення, 20-мільйонний рубіж перетнуть Мехіко (31 млн), Сан-Пауло (25,2 млн), Нью-Йорк (22,8 млн), Шанхай (22,7 млн).

Очікується, що частка міського населення у Європі у 2001 р. буде становити 79 %, у Північній Америці — 83, Латинській Америці — 79, Австралії й Океанії — 81, Східній Азії — 50, Південній Азії — 39, Африці — 40 %.

1.2. ДЖЕРЕЛА І ШЛЯХИ УРБАНІЗАЦІЇ

Що являє собою місто? Коли з'явилися перші міста й які їхні основні риси? Що відрізняє їх від сільських поселень? Передусім, місто уже на початку свого існування являло собою факт концентрації населення, знарядь виробництва, капіталу, тоді як для села характерним і донині є протилежне — ізольованість і роз'єднаність. Міста стали не лише центрами економічного, політичного і духовного життя народу, але й головними двигунами прогресу.

Перші міста в Європі, Азії, Африці і Центральній Америці виникли в період розпаду первіснообщинного і встановлення рабовласницького ладу. Їх народження пов'язане із достатньо вираженим розподілом праці, зумовленим розвитком сільського господарства, ремісництва і торгівлі, виникненням класів і держав.

Як відзначає Є.Н. Перцик (1991), сьогодні не існує однозначного визначення міста. Наприклад, у Данії містом називають населений пункт із населенням понад 250 чол., у Японії — 30 тис., у колишньому СРСР нижній поріг коливався в межах 5–12 тис. За методиками ООН, нижній поріг у визначенні міста коливається від 5 до 20 тис. чол. Водночас автор наводить цікаві визначення міст, які даються у різних країнах світу: “уг-

руповання людей, які ведуть своєрідний спосіб життя ... або ... частина земної поверхні, яка відрізняється від оточуючої сільської місцевості певним типом антропогенного перетворення у вигляді забудови великими будинками та іншими характерними спорудами" (Смайлс), "сукупність мешканців, інкорпорованих (тобто зареєстрованих у вигляді облікової одиниці) і керованих мером або олбдерменом" (Стамп).

Український Радянський Енциклопедичний Словник (УРЕ, 1967) подає таке визначення: "Місто — великий населений пункт, жителі якого головним чином зайняті у промисловості, торгівлі, в адміністративних установах тощо". Кількість населення у місті має бути не менше 1000, з яких не більше 25 % зайнята в сільському господарстві.

Досліджуючи містобудівну діяльність людства, можна побачити, як розбудовувалися міста на різних стадіях їх розвитку, дослідити секрети мистецтва містобудування. Проте сьогодні істориків і особливо екологів цікавить інший аспект життєдіяльності міст: як використовувався в процесі вибору і забудови міст фактор природного середовища; як і коли почала зникати екологічна рівновага між урбанізованим і неурбанізованим ландшафтом; якими засобами її можна відновити.

Вивчення містобудування періодів рабовласницького і феодального ладу, епохи капіталізму та соціалізму дає змогу відтворити загальну картину урбогенного генезису природних ландшафтів.

Зароджуючись в глибині феодального міста, урбанізація найбільшого розвитку досягла в капіталістичний період, руйнуючи і забруднюючи природне середовище. Соціалістичне місто також не усунуло протиріч між людиною і природою, хоча багато зробило для створення систем озеленення та розвитку садово-паркового будівництва.

Урбанізація як об'єктивний процес має свої позитивні риси, проте поряд з багатьма соціально-економічними проблемами вона створила комплекс екологічних, які загрожують у деяких випадках здоров'ю і навіть існуванню міського населення. Ці проблеми можна згрупувати за елементами природного середовища: чисте повітря — забруднене повітря, чиста вода — забруднена вода, акустичний оптимум — акустичний максимум, сприятливий клімат — кліматичний дискомфорт, озеленені території — неозеленена забудова, доглянутий ландшафт — девастований (зруйнований). Якщо на карту міста нанесені позитивні характеристики, тобто екологічні оптимуми, ми маємо справу із здоровим оточуючим середовищем, якщо навпаки, то місту загрожує екологічна криза. Ці проблеми широко обговорюють вчені-теоретики, вони знайшли відбиття в Міжнародній програмі ООН "Людина і природа".

В усьому світі ведеться пошук шляхів оптимізації оточуючого середовища. Старі і нові міста повинні бути зручними для праці і відпочинку громадян. Тому сьогодні надзвичайно гостро поставлене завдання оптимізації оточуючого природного середовища міст. Однак його вирішення вимагає принципово нових екологічних підходів.

1.3. ФЕНОМЕН ГІПЕРУРБАНІЗАЦІЇ

Сьогодні найбільша і найшвидша міграція з сільської місцевості у міста відзначена в малорозвинутих країнах, які поки що не можуть забезпечити існуюче населення відповідною їжею, послугами, притулком і роботою. Ці люди, які прибули у міські райони в пошуках роботи і кращого життя, попали в скрутне становище.

Наприклад, Бразилія, де в містах проживає близько 74% населення, порівнюючи з малорозвинутими державами, є найурбанізованішою країною. Зваблені проспектами про можливості вибору роботи, багато бідняків, що жили в сільській місцевості, переїхали до Ріо-де-Жанейро та Сан-Пауло, які, як єподіваються, до 2001 р. стануть найнаселенішими містами світу. Щоб якось сповільнити це вибухове переміщення населення, уряд Бразилії підтримує еміграцію безземельних бідняків у безкраї землі басейну Амазонки. Ця політика підтримується землевласниками, які отримують державні субсидії для вирощування великої рогатої худоби. Сьогодні у басейні Амазонки розчищають великі площі тропічних лісів.

Ріст народонаселення у містах у малорозвинутих країнах підтримується державною політикою, що передбачає перерозподіл коштів і соціальних послуг на користь міських мешканців. Наприклад, у багатьох малорозвинутих країнах, де проживає 70% сільського населення, тільки 20% національного бюджету йде у сільський сектор. Результатом стає імміграція в міста бідняків, для яких міста стають пасткою, а не оазою економічних можливостей. Ті, кому пощастило отримати роботу, мусять багато працювати за низьку плату. Вони часто піддаються забрудненню пилом, шкідливими хімікатами та надмірним шумом. Один з американських дослідників зазначав, що багаті дістають вигоду, бідні ж — отруєння.

Відомо, що у всьому світі 150 млн людей є бездомними. За оцінкою ООН, близько 1 млрд людей, тобто 18% населення світу, проживає в недоступних петрях центральних міст і нелегально зайнятих землях чи в жалюгідних містах, що оточують околиці більшості великих міст малорозвинутих країн. Кількість тих, хто нелегально оселилися на незайнятих



землях, дуже швидко зростає, але ці люди майже не включаються в міську статистику.

Ці громадські або приватні землі ніхто не використовує, оскільки вони або занадто заболочені, або занадто сухі, або занадто круті, або занадто небезпечні (зсуви, затоплення або кіптява від заводів). Часто такими поселеннями стають міські звалища. Більшість цих людей живуть в халупах, збудованих із рифленого заліза, пластикових листів, картону або з будь-яких інших будівельних матеріалів, причому живуть в постійному страху, оскільки їхні поселення міська влада може розрівняти бульдозерами або ж спалити.

У багатьох містах влада відмовляється постачати ці поселення питною водою, забезпечувати санітарними умовами, електричною енергією, їжею, медичним доглядом, будинками, школами і роботою. І справа не лише в браку грошей: влада переживає, що покращення послуг привабить ще більшу кількість бідняків із сільської місцевості.

Незважаючи на безробіття, злидні, перенаселення і поширення хвороб, більшість незаконних поселенців мають кращі умови, ніж їх земляки-бідняки, що залишилися жити у сільській місцевості. Користуючись державними програмами сімейного планування, вони прагнуть мати декількох дітей і кращий доступ до шкіл. Однак навіть у цих умовах близько половини всіх дітей шкільного віку в міських районах зникають

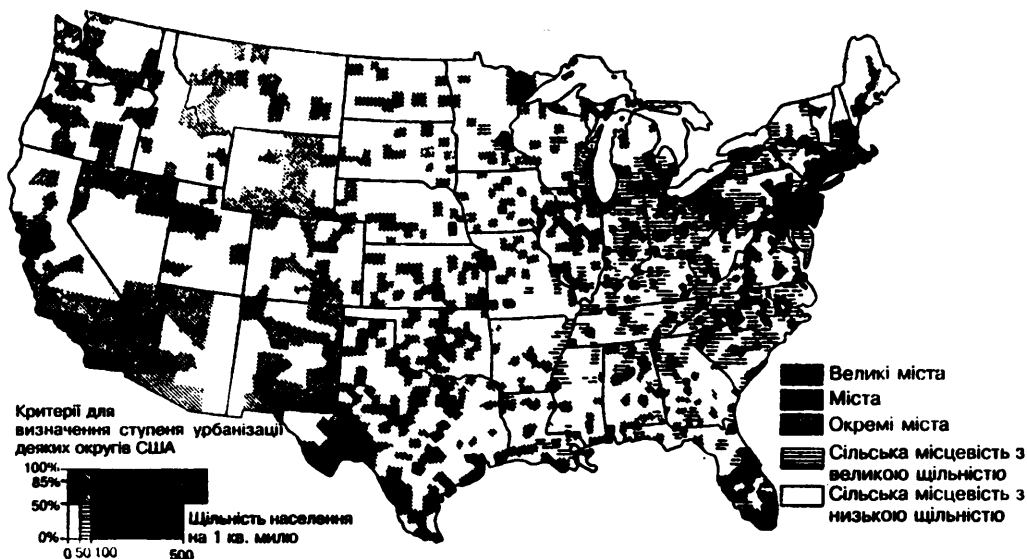


Рис. 1.1. Урбанізаційні процеси в США.

із шкіл ще до закінчення четвертого класу, бо мусять працювати або доглядати за меншими братами і сестрами.

Високорозвинуті країни стикаються і з іншими проблемами урбанізації. Наприклад, у 1800 р. тільки 5% американців жило в містах, сьогодні США перетворилися в урбанізовану країну (рис. 1.1). Відтоді відбулися три основні популяційні переміщення.

Міграція у великі центральні міста. На даний час близько 75% американців мешкає в 350 національних районах метрополітену великих і середніх міст з населенням принаймні 50 тис. чол. Більше половини міського населення живе у великих районах метрополітену з 1 млн мешканців або й понад. Найурбанізованіший штат — Каліфорнія (93%) і найменш урбанізований — Вермонт (32%). Передбачалося, що до 1995 р. близько 83% населення США житиме у міських районах.

Міграція з великих центральних міст у передмістя та інші містечка. З 70-х років такий тип міграції відбувався услід за пошуком роботи в передмістях. Сьогодні близько 41% міських мешканців країни проживає у центральних містах і 59% — у передмістях.

Міграція з Півночі та Сходу на Південь і Захід. З 1980 р. на Півдні і Заході населення США зросло, особливо на побережжі. Мабуть, цей процес триватиме.

Слід відзначити, що з 20-х років багато найскладніших проблем міського довкілля у США та інших високорозвинутих країнах було вирішено. Більшість людей мають кращі умови праці та проживання. Поліпшилися якість води і повітря. Люди мають кращі санітарні умови, централізоване постачання води і медичний догляд. Знизився рівень захворюваності та смертності від недоїдання та інфекційних хвороб, таких, як кір, дифтерія, тиф, пневмонія і туберкульоз.

Сьогодні багато міст у високорозвинутих країнах зіткнулися з проблемою погіршення послуг, старінням інфраструктур (вулиці, школи, мости, житлові будинки, каналізація), оскільки міський бюджет втрачає річні доходи, зростає вартість життя. Довкілля деградує, занепадають прилегли райони. Багато людей середнього і вищого класів переїжджають у передмістя. Ці проблеми породжують такі негативні явища, як зловживання наркотиками, вбивства, занепад, які особливо зросли у центральних частинах міст. У цих районах зосереджені бідні, старці і безробітні (50% і більше в економічно скрутних районах міста), бездомні (за оцінкою, в США 3,5 млн), інваліди та інші, які не можуть себе забезпечити. У більшості випадків вони отримують тільки мінімум заробітної плати і мають шанс втекти від пастки убогості.

1.4. ПРИРОДНО-ПРОСТОРОВІ РЕСУРСИ МІСТА

Слово “город”, яке знаходимо в стародруках часів Київської Русі, походить від слова “городити”, “огороджувати”. Точніше, місто — огорожена укріплена місцевість. Спочатку люди ставили огорожу від хижих звірів, потім — від ворогів. У будь-якому випадку за огорожену територію сходилися люди, щоб уникнути небезпеки. Там вони осідали і поступово сільське поселення переростало у місто.

Соціальний аспект трансформації села в місто полягає головним чином у формуванні організованого соціального ядра і початку соціального розподілу праці. Стосовно природи, як стверджує Л.Мамфред, у містах виявляється тенденція до “зміни, знищення або заміни звичайних умов” місцевості штучними, які посилюють владу людини і створюють ілюзію її повної незалежності від природи.

Виділяють три основних типи історичних міст, які різко відрізняються між собою рівнем урбанізації:

- 1) давні міста (до IV ст. до н.е.);
- 2) середньовічні міста (V—середина XVII ст.);
- 3) міста нового і новітнього часів (із середини XVIII ст. до наших днів).

Давні міста, незважаючи на їх розміри та велику кількість мешканців, навряд чи можна назвати урбанізованими.

На рубежі нової ери (населення нашої планети тоді становило близько 230 млн чол.) окремі міста Стародавнього Сходу досягають величезних розмірів (наприклад, Вавилон і Олександрія — до 500 тис.). У період свого розквіту Рим налічував близько 1,5–2,0 млн мешканців. Хоча ці міста і мали певні ознаки урбанізації (висока щільність забудови, значні території замощень, помітна зміна природного ландшафту), урбанізованими їх ще не називають.

До речі, Рим, з його гігантськими комплексами видовищних споруд (Великий цирк на 250 тис. глядачів, Колізей із амфітеатром на 87 тис. глядачів), храмами, тріумфальними арками, віадукми, мав досить розвинутий житловий фонд та інженерне обладнання. Його водопроводи поставляли мешканцям міста достатню навіть за нинішніми мірками кількість свіжої питної води. Однак у соціальному плані місто не було рівноправним поряд із кварталами патриціїв можна було побачити тісну 3-6-поверхову забудову кварталів міської бідноти, де не були вирішені елементарні питання каналізації та сміттєзбирання. В зимовий період повітря Риму забруднювалося димом домашніх вогнищ.

Середньовічні міста, які починають оживати після тривалого занепаду, пов'язаного із занепадом Римської імперії, також не мають сучасних ознак урбанізації. У містах проживає всього 3–5 % населення (в цей період населення Землі коливається в межах 440–550 млн). Більшість міст того часу налічує 5–20 тис. мешканців. Лише в окремих столичних містах, таких, як Лондон, Париж, Мадрид, Лісабон, Москва, населення становило 200–500 тис.

З середини XVII ст. у міру зростання темпів капіталістичного розвитку набирає обертів урбанізація. В цей час кількість населення Землі збільшується до 952 млн у 1800 р. і до 1656 млн у 1900 р. Частка міського населення зростає, але навіть на початку XX ст. вона не перевищує 10–20%. Щоправда, вже тоді в Англії вона становить близько 70%, що дає підстави стверджувати, що саме ця країна стала першою урбанізованою країною світу (в США, Німеччині, Франції частка міського населення не перевищувала 40%).

На першій стадії урбанізації місто практично мало чим відрізняється від села, яке також було відгороджене від полів земляним валом або частоколом, мало постійну забудову, загальні місця поховання і звалищ. У селі вже були ритуальні будівлі, які виділялись серед примітивної забудови.

Раннє місто, як і село, використовувало, в основному, органічні джерела енергії — рослинні та тваринні, місцеві джерела води. Як для однієї, так і для іншої форми розселення були характерними тривалий обробіток землі, використання у вигляді добрив людських і тваринних екскрементів. Цей період розвитку поселень відрізняється низькою концентрацією неорганічних відходів — скляних і металевих, а також відсутністю забруднення повітря. Розмір міста і кількість його населення на першій стадії урбанізації залежали від площі і продуктивності сільськогосподарських земель. Оточуючі місто природно-територіальні комплекси перебували у рівновазі та взаємозв'язку.

Друга стадія урбанізації пов'язана з подальшим економічним розвитком, який характеризується інтенсивним використанням сільських природних і трудових ресурсів. Переробка сільськогосподарської сировини, а також гірничі розробки і виплавка металів вимагали залучення такої кількості населення, яку б могла прогодувати земля, що належала місту. Розвиток економічних зв'язків між містами зумовив будівництво доріг, розвиток морського і річкового транспорту. Ця стадія відрізняється, в основному, лише деякою перевагою міста над сільськогосподарським оточенням.

Третя стадія урбанізації, яка збіглася з періодами технічної і науко-

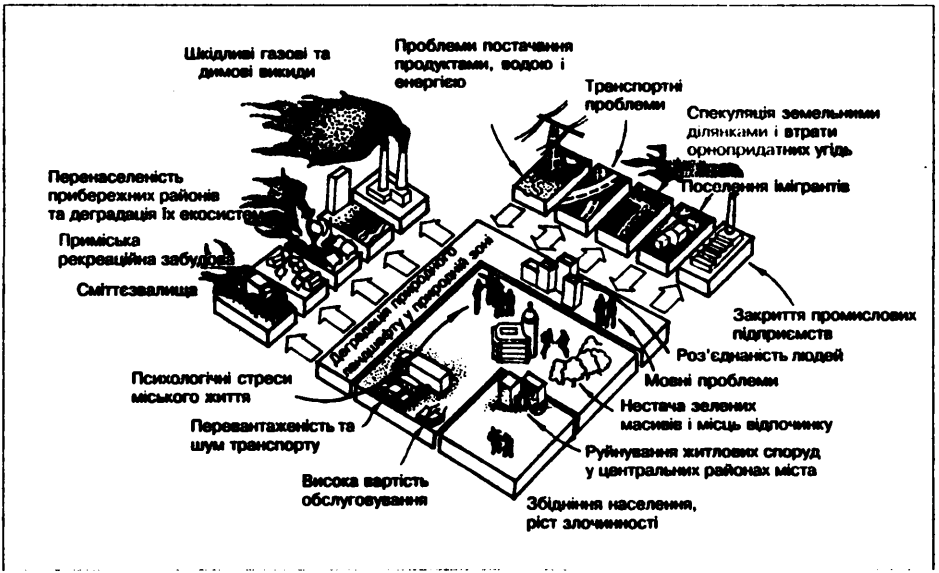


Рис. 1.2. Модель можливих негативних екологічних і соціальних наслідків урбанізації.

во-технічної революції, відрізняється стійкою перевагою урбанізованого середовища над природними ландшафтами і трансформацією невеликих урбанізованих територій у великі. На даній стадії природне середовище міста якісно змінюється, зумовляючи негативні екологічні і соціальні наслідки (рис. 1.2). На території міста утворюються значні площі штучної підстилаючої поверхні, змінюється ґрунтовий покрив. Нові джерела енергії, небачене раніше промислове виробництво, зокрема сталеварне, коксове, хімічне, автомобільний транспорт викидають в повітря і воду відходи, які не можуть переробити природні саморегулюючі екосистеми.

Міста розростаються в бік передмість і витісняють природні ландшафти. Упродовж тривалого історичного періоду довкола щільного міського центру формуються концентричні урбанізовані смуги, які мають різну густоту забудови (рис. 1.3). Якщо площа середньовічного міста становила сотні гектарів, а інколи і менше (Львів за мурами займав усього 50 га), то сучасне місто охоплює величезні території, які досягають сотень квадратних кілометрів.

Розростаючись по горизонталі, сучасне місто одночасно росте і вгору. Фізична маса його споруд на одиницю площі не менша, а значно більша густозабудованих кварталів середньовічного міста. Нагромадження будинків сучасної висотної забудови немов притискує його мешканців до землі. Сильні вітри, які утворюються в ущелинах кварталів, роблять міжбудинковий простір ще незатишнішим.

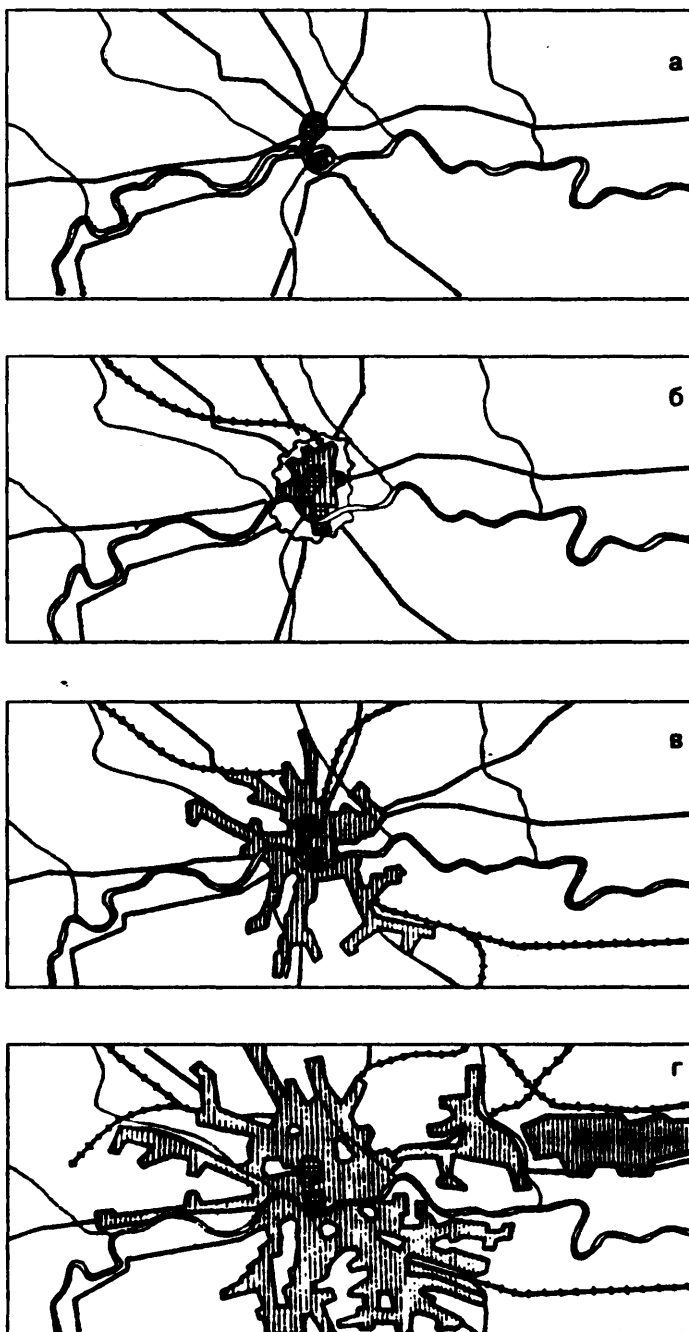


Рис. 1.3. Розвиток міста на прикладі Кракова:

- а — 1450 рік (закритий організм на перехресті доріг); б — 1850 рік (розбудоване місто оточує кімандо фортифікації);
 в — 1940 рік (ліричний вигляд забудови);
 г — 1960 рік (локалізація промисловості, що зумовила бурхливий розвиток міста)
 (за Богдановським, 1979).



Росте концентрація міського населення, його густина в окремих містах досягає небувалих величин. Наприклад, у Парижі вона становить 250 тис. чол. на 1 км², що в 35 разів більше середньої густоти міського населення і в 650 разів більше середньої густоти сільського населення Франції. На кожного парижанина припадає всього 40 м² землі і тільки 3 м² зеленого простору. В сучасному містобудуванні ведеться пошук нових просторових рішень, в основу яких покладено принцип “вільної” забудови, умілого розміщення будинків різної поверховості, використання характерних рис місцевого рельєфу.

Найперше, на що звертають увагу, — це забезпечення домінування оточуючої природи. Може, це й ілюзорне відчуття, створене архітектурним генієм, але воно так необхідне мешканцю міста, якому “бракує” природи. Саме так сприймаються нові житлові райони Вільнюса — Жирмунай і Лаздинай, відзначені в свій час Ленінською премією СРСР.

Гармонійний зв'язок забудови з природним ландшафтом відчувається в багатьох житлових масивах Москви (Кунцево, Орєхово-Борисово, Зеленоград), Києва, Дніпропетровська, Таллінна. В країнах Східної Європи ці принципи застосовані в житловій забудові Варшави, Софії, Пітешті (Румунія), Дрездена (Німеччина), Егера, Печа, Дунайвароша (Угорщина). У Белграді для кращого узгодження будівель з ландшафтом архітектори змінили навіть звичайний силует житлових будинків. Часто для пом'якшення урбанізованих елементів доводиться створювати організований і добре озеленений простір.

Місто й оточуюче середовище, як система урбанізованих і неурбанізованих територій, розглядаються сучасним містобудуванням не тільки за окремими його компонентами (житлова, промислова або інша забудова і природний ландшафт), але і в цілому, як співвідношення міста і його приміської природної й окультуреної природних зон. Урбанізовані території не повинні зливатися між собою, щоб між ними не було “неурбанізованого фону”. В недалекому майбутньому радіус природних зелених зон великих міст збільшиться до 100 км і більше. Наявність швидкісного автомобільного і залізничного транспорту забезпечить переміщення (перевезення) міського населення в найвіддаленіші мальовничі куточки приміської зони.

З висоти пташиного польоту можна спостерігати прямування урбанізованого потоку “міської цивілізації”. Цей потік можна або зупинити, або спрямувати в потрібне русло. Все полягає в тому, щоб зберегти “неурбанізований фон” від невиправданої забудови або його руйнування будівельними кар'єрами та розробками корисних копалин. За кордоном і

в нашій країні для моніторингу за розвитком міст широко використовують аеро- і супутникові фотознімки.

Місто в різні часи розвивалося за рахунок розширення своєї території, досягаючи досить великих розмірів. Однак його вплив на прилеглі до міських меж території раніше був незначним. Сьогодні, наприклад, місто з мільйонним населенням і поперечником 15 км має 30-кілометрову приміську урбанізовану зону. Приміська зона, пов'язана з містом соціально-економічними зв'язками (трудові ресурси, забезпечення сільськогосподарськими продуктами, розміщення будівельних, транспортних і комунальних підприємств, рекреаційних угідь), розглядається сучасним містобудуванням як єдине ціле з містом.

Посилена урбанізація прилеглих до міста у минулому великих сільськогосподарських і лісових поясів відбувається значною мірою внаслідок переродження сільських населених територій у міські та їх постійного розростання. Тенденцію до збільшення за рахунок поглинання неурбанізованих територій мають міста-супутники, поява яких, якщо згадати початок цього століття, пов'язувалася з дезурбанізацією і поліпшенням екологічної обстановки у великих капіталістичних містах.

Таким чином, сьогодні місто, яке формувалося віками, переросло в *міську агломерацію*, тобто стало головним осередком системи розселення. *Це урбанізовані структури, об'єднані функціональними і просторовими зв'язками на базі природного середовища. Агломерація в межах країни, мікрорегіону та регіону характеризується функціональними зв'язками, які формувались внаслідок виробничої діяльності і невиробничих стосунків.*

Окремі міські агломерації — міста розселення великої кількості населення. В 1870 р. 95% американців жили в населених пунктах з кількістю жителів не більше 2,5 тис. Тільки два міста — Філадельфія і Нью-Йорк — налічували до 35 тис. Сьогодні в США з'явився великий урбанізований район, який займає 150 тис. км², в якому проживає 40 млн. Утворився він за рахунок злиття агломерацій Бостона, Нью-Йорка, Філадельфії, Балтімора і Вашингтона. На тихоокеанському побережжі Японії — в минулому країні невеликих міст — внаслідок зрощення агломерацій Токіо, Іокогами, Кіото, Нагої, Осаки і Кобе утворюється найкрупніша в світі конурбація, або мегаполіс, де проживає 60 млн людей.

У Німеччині формується мегаполіс Рейно-Рурського району (Кельн, Дюссельдорф, Рурський басейн), у Великобританії — “Мідленде” (Ліверпуль, Манчестер, Лідс-Белфорд, Бірмінгем). Обидва мають приблизно 10–15 млн жителів.



У колишньому СРСР налічувалося понад 500 міських агломерацій, в яких у 1970 р. проживало 110 млн населення, тобто понад 80% усього міського населення країни. Крім міст-мільйонерів, великі міські агломерації утворюються навколо таких індустріальних центрів, як Донецьк, Дніпропетровськ, Волгоград, Челябінськ, Новокузнецьк. Найкрупнішою в країні була Московська агломерація, яка налічувала 10 млн людей. Передбачалося, що до 2000 р. міське населення СРСР буде становити 70-75% загальної кількості населення країни. Процес урбанізації торкнувся і країн, які розвиваються. В Азії великі агломерації вирости навколо Калькутти, Бомбея, Сінгапура, Стамбула, у Південній Америці — навколо Буенос-Айреса, Сан-Пауло, Ріо-де-Жанейро.

Б. Уорд і Р. Дюбо в доповіді на Стокгольмській конференції ООН (1972 р.), торкнувшись феномена людської цивілізації — урбанізації, відзначали: “...до того часу, поки в ХІХ ст. розвиток промисловості не змусив людину покинути поля, на яких вона працювала, і піти працювати на фабрики, доти, доки не утворився надлишковий ріст населення, ніхто не міг передбачити, як швидко розширюються площі, зайняті під будівлі”.

Р. А. Сміт (1982) у полемічних нарисах про екологію людини стверджує, що у 1850 р. жодне суспільство не могло бути названо урбанізованим, оскільки світ тоді ще був аграрним. У 1900 р. урбанізованою могла називатися лише одна країна — Великобританія.

До 1965 р. всі індустріальні країни були урбанізовані і більша частина їх населення жила в містах. Подібно росту населення урбанізація швидко посилювалась в останній час. Десятирічний період урбанізації у 1950—1960 рр. відповідає 50-річному періоду з 1900 по 1950 рр. До 1990 р., вважав Р.А. Сміт, близько половини населення земної кулі мало б жити в містах. За даними ООН, міське населення світу за 1920—1960 рр. виросло майже втричі, а до 2000 р. буде становити понад 3 млрд і перевищить за чисельністю сільське.

В умовах науково-технічної революції місто зберігає своє значення, оскільки інтенсифікація всього суспільного виробництва значною мірою продовжує спиратися на міську концентрацію і на виробничу функцію міського середовища. В цих умовах ще швидше розширюється урбанізоване середовище, інтенсифікується його дія на природу. Це зумовлено, поперше, приростом населення, головним чином міського, розвитком технологій, які вимагають розширення простору, а отже, ареалу населення, виробництва засобів інформації та комунікації. По-друге, це пояснюється розповсюдженням міського способу життя, і в першу чергу небаченим ростом просторового руху населення. А простір людині необхідний

не лише для розвинутого виробництва, але й для забезпечення фізичної і духовної гармонії.

Проблема сучасних великих міст посилюється через нестачу природно-просторових ресурсів. Якщо раніше вони розглядалися як фізичний простір, який необхідно подолати, то сьогодні набувають великої цінності у відтворенні трудового і культурного потенціалу особистості.

Колись концентрично стиснуте місто розросталось за рахунок передмість. Концентрація міської забудови, як відомо, була зумовлена швидкими темпами індустріалізації XIX ст. В усіх високорозвинених країнах світу основний потік населення йшов не до центру сучасних міст, а в бік просторих передмість. Цьому процесу сприяв розвиток залізниць, а згодом автомобільного транспорту. Наприклад, з 1940 по 1960 рр. населення центральних районів Стокгольма зменшилося з 54 до 27%, Торонто з 71 до 37%, Мадрида з 77 до 41%. Як стверджують Б. Уорд і Р. Дюбо, кульмінаційна точка у рості густоти міського населення була досягнута в 1970 р., а потім намітився спад. Причини цього процесу різні. Перш за все необхідно брати до уваги наплив у місто сільського населення, яке розселяється, головним чином, у передмістях. Багато міських мешканців, переважно забезпечених, намагаючись наблизити своє житло до природи, будують у передмістях другий будинок. Вважають, що тенденція "втечі" населення із центрів у передмістя набуває стійкого характеру.

Ідея міст-садів у багатьох капіталістичних та міст-супутників у соціалістичних країнах привела до того, що в околицях великих міст вирости нові міста, витіснивши природні ландшафти, до яких так тяглися їхні мешканці. Зокрема, так сталося із підмосковними Пущином, Дубном і Зеленоградом, у Новосибірську — із Академмістечком.

Розвиток урбанізації, ускладнення просторових форм господарської і соціальної діяльності вимагають більшої уваги до районного планування, збереження цінних природних ресурсів, пам'яток культури, питань підтримання оточуючого людину середовища в належному екологічному стані.

Сучасні форми просторової організації та концентрації виробництва, а також інтенсивний розвиток транспорту дають можливість ізолювати найагресивніші стосовно оточуючого середовища і людини господарські об'єкти, а цінні природні комплекси зробити більш доступними для населення. Такий підхід, закладений у методиці *районного планування*, визначає території перспективного розвитку населених міст і їх груп (систем, агломерацій), зон обмеженого розвитку урбанізації і можливого розміщення підприємств, забруднюючих оточуюче середовище. Передба-

чається створення екологічних коридорів, зон охорони водних джерел і водосховищ, а також територій, які охороняються — цінних природних ландшафтів, заповідників, заказників, архітектурно-історичних комплексів і, нарешті, розвиток сільськогосподарських поясів. Подібна структура, яка закладена в районному плануванні, дає змогу управляти екологічною ситуацією в містах і приміських зонах.

1.5. МІСТО І ЙОГО ҐРУНТОВИЙ ПОКРИВ

Як свідчить Біблія, вже стародавні міста розвивались у тісному взаємозв'язку з виробництвом продуктів харчування. Їх сільськогосподарський пояс мав чітко окреслені межі. Незважаючи на те що велике місто, перетворюючись на крупного споживача сільськогосподарських продуктів, ввозило їх із віддалених районів і інших країн, його природна сільськогосподарська зона, як і раніше, залишалась годувальницею міського населення.

Однак міста, які зароджувалися, як правило, на родючих землях річних заплава, у період нестримної урбанізації займали ці землі під забудову, майдани, шляхи і вулиці, кар'єри. Сьогодні кожні 15 років площа відчужених земель під різні типи забудови подвоюється і межа цього нестримного освоєння територій уже недалеко. Кожні 5 років площа земель під міську забудову збільшується в середньому на 20%. У колишньому СРСР із усієї земельної площі, яка становила 2 млрд 240 млн га, міста займали 0,4–0,6%. Вважалося, що до 2000 р. ця цифра мала б зрости до 0,72–1,08%, а у 2070 р. територія міст становила б близько 5,4% єдиного державного земельного фонду, або близько 10,6% земель, зручних для розселення. Лише в Україні з 1966 по 1978 р. площа сільськогосподарських угідь зменшилася на 480 тис. га. Щорічно в нашій країні під забудову відводиться 35–40 тис. га земель, із них близько половини — орні.

Міста втрачають не лише земельні площі. Якість земель, які перебувають у розпорядженні міста, враховуючи і приміську зону, постійно погіршується. Ґрунти урбанізованих територій піддаються тим самим шкідливим впливам, що і міське повітря і гідросфера. Хоча ґрунт і має деякі особливості біологічного самоочищення — розщеплює і мінералізує відходи, які в нього потрапили, однак механізм такого самоочищення внаслідок його перевантаження (фізичного, хімічного, механічного) порушується, що призводить до деградації.

Однією із рис найпоширеніших антропогенних змін міських ґрунтів є утворення так званого культурного шару. Під "культурним шаром"

звичайно розуміють верхні шари землі великих населених пунктів, які несуть на собі відбиток діяльності людини. В “культурному шарі” в якості решток трапляються найрізноманітніші матеріали: будівельне сміття, бита цегла та камінь, предмети домашнього вжитку — скло, глиняні черепки, а останнім часом — пластмасові вироби. Культурний шар настільки специфічне утворення, що його вивчення має відбуватися в поєднанні геологічних та історико-археологічних методів досліджень. *Культурні шари поділяють за часом утворення на стародавні та сучасні, а за утворенням — на насипні і штучно змінні.*

Нагромадження культурного шару відбувається за рахунок відвалів у процесі виконання земляних робіт, при підсипці ґрунту для підвищення позначки будівельного майданчика, благоустрої населеного пункту і за рахунок накопичення різного сміття. За даними Ф.В. Котлова, у 60-х роках обсяг перемішаних у Москві порід становив 211 млн м³. Товщина антропогенних відкладів збільшується від периферії Москви до її старовинного центру. В містах старої забудови стародавніх міст антропогенні накопичення значної потужності лежать суцільним покривом — в Лондоні на глибині 25 м, в Москві — 22 м, в Парижі — 20 м.

Найпотужніший культурний шар (36 м) знайдено у Києві, якому виповнилося 1500 років. Стратиграфія Подола, проведена в останні роки, дала змогу, наприклад, виявити своєрідне чергування темних (культурних) і світлих (піщаних) пластів, що свідчить не тільки про періодичні наступи Дніпра на Подол, а і про потужні виноси з Київських гір. Культурних пластів налічується тринадцять, причому вісім нижніх належать до періоду Київської Русі.

Місцями нагромадження культурного шару найчастіше стають річки, потоки, болота, яри, куди часто скидається сміття, як правило, заради планування території. На території Львова з його розгалуженою в минулому гідрографічною мережею засипано або перетворено в колектори близько сотні річок і потоків.

Нагромадження культурного шару часто пов'язано із захороненнями елементів благоустрою — мощення вулиць і тротуарів, а також решток колишніх будівель — фундаментів, погребів, зрубів колодязів, паль та інших предметів. Цьому ж сприяє захоронення вмерлих людей і тварин.

Головною відмінністю культурного шару від природних ґрунтів є надто велика неоднорідність як за вертикаллю, так і за горизонталлю. До складу різновидів культурного шару входять органічні включення, кількість яких зменшується із збільшенням віку культурного шару, а отже, і глибиною його знаходження.

Однією із основних проблем сучасного будівництва є освоєння ґрунтів під зелені насадження. Від її правильного вирішення значною мірою залежать довговічність, санітарно-гігієнічна ефективність і естетична цінність насаджень. Вивчення ґрунтів парків, лісопарків, скверів, бульварів і вуличних насаджень старовинного Львова (місту виповнилося 740 років) свідчить, що за характером походження і фізико-хімічними особливостями вони поділяються на дві основні категорії — природні (парки Стрийський, Залізна Вода, Личаківський) і насипні (парки ім. І. Франка, Високий Замок, багато скверів, вуличні насадження).

Захоронені ґрунти змінюють свій *хімічний склад*, оскільки зменшується доступ до них кисню, вологи і тепла, послаблюється життєдіяльність мікроорганізмів, сповільнюється ґрунтотвірний процес. Характерно, що природні ґрунти в насадженнях Львова відрізняються підвищеною кислотністю (рН 4,6–4,9) і нестачею поживних речовин. Натомість насипні ґрунти часто містять більше гумусу, ніж природні, і відрізняються лужною реакцією (рН 7,1–9,0). Наприклад, у ґрунтах Стрийського парку гумус становить 1,1–1,9%, тоді як в парку Високий Замок, де ґрунти, в основному, насипні — 3,15%. Проте високий відсоток гумусу в насипних ґрунтах не завжди відбиває умови оптимального ґрунтового живлення. Ущільнення і погіршення повітряного обміну в насипних ґрунтах веде до пригнічення життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, що є причиною голодування, особливо азотного, рослин.

Через наявність значної кількості будівельного сміття насипні ґрунти, як правило, відрізняються високою *дренажністю*, що в ряді випадків призводить до порушення нормального водного режиму і погіршення живлення рослин. Останнє, в свою чергу, негативно впливає на розвиток деревної рослинності, її довговічність і стійкість.

Як зазначено вище, погіршення *механічного складу* і властивостей ґрунту зумовлює забруднення його побутовими і промисловими відходами, вуличним сміттям, сухим мулом. За існуючими даними, у США склад відходів такий: папір — 31,3%, скло — 9,7, пластмаса — 3,4, гума-шкіра — 2,6, деревина — 3,7, продуктові відходи — 17,6, металеві — 9,9, текстильні — 1,4, інші відходи — 20,4%. Із 54,3 млн т паперу, який виробляється в США, 49,1 млн т попадає у відходи (із цієї кількості 26 млн т припадає на домашнє господарство, а 21,3 млн т — на потреби торгівлі). Щорічно у США у відходи потрапляє 48 млрд металевих пляшкових пробок, 6 млн автомобілів, які вийшли з ладу.

Щоби зростаючий потік твердих відходів не поглинув суспільство, як один за одним були поховані під залишками семи шарів “цивілізації” сім

міст стародавніх халдеїв, з тривогою попереджають Б. Уорд і Р. Дюбо у книзі "Земля лише одна", — необхідно вирішити дві проблеми. По-перше, і, може, найскладніше, це збирання сміття. По-друге, спалювання відходів. Автори розповідають, що побудована в Дюссельдорфі (ФРН) установка для спалювання сміття забезпечує теплом 700-тисячне місто і приносить прибуток в розмірі 34 долара за кожну тонну перероблених відходів. Металевий брухт, який одержують із установки спалювання, реалізується за комерційними цінами, попіл продають для добрив або для виготовлення шлакоблоків.

У Голландії протягом багатьох років у ґрунт вносять в якості органічних добрив 30% загальної кількості комунальних відходів. В США з допомогою гідролізу (процес перегонки і розщеплення органічних відходів при дуже високій температурі в умовах майже повного вакууму) одержують синтетичні гази, рідке паливо, первинну сировину для виробництва гуми і пластмаси. Такі установки споруджені в Балтіморі і Сан-Дієго (штат Каліфорнія).

В Україні є досвід створення потужних сміттєпроводів та станцій збирання й уцілювання відходів, які в пресованому вигляді подають в цехи переробки сміття. В Санкт-Петербурзі було збудовано перший в колишньому СРСР завод з переробки сміття потужністю 400 тис. м³ твердих відходів на рік. В Москві такий завод переробляє 350 тис. м³ сміття на рік.

За 30–50 років у місцях старих заповнених звалищ закінчується процес натуральної гуміфікації відходів. Наприклад, у Будапешті із звалища щорічно вивозять 40–50 тис. т цінних добрив. Проте внаслідок скорочення за останні роки придатних для компостування органічних речовин у перспективі подібне використання відходів обмежуватиметься.

Для знешкодження твердих відходів можна з успіхом використовувати біохімічні процеси, які відбуваються у ґрунті. Однак міські ґрунти внаслідок багатовікової діяльності людини стають непридатними для цієї мети. Маса відходів зростає і без комунальних споруд не обійтися. Сьогодні у сміття попадає значна кількість виробів з поліетилену, пляшки з-під мийних засобів, пакувальні мішки з синтетичних матеріалів, клапті покриваючої півки, які не горять і не розкладаються мікроорганізмами.

Проте обсяги побутового сміття, які різними шляхами усуваються з міських територій, набагато менші, ніж колосальні відходи від теплових станцій і металорізальних заводів, відвалів пустих порід шахт і рудників. Підраховано, що за останні 100 років на поверхню землі тільки одного вугільного шлаку було викинуто близько 18 млрд т. У англійському місті

Аберфан (Уельс) у післявоєнні роки гора шлаку, яка почала раптово розповзатися, засипала шкільне приміщення, що призвело до загибелі дітей. Терикони, які ще димлять, не тільки нагадують мертвий місячний ландшафт, але ще й отруюють повітря.

Існує ще одна глобальна проблема: місто поглинає величезну кількість органічної маси, знятої з ґрунту, яка, проте, не повертається в нього у вигляді екскрементів, а спалюється на звалищах, нагромаджується у вигляді смітників, змивається каналізаційними водами або піднімається в атмосферу. Багато шкоди функціонуванню паркових біоценозів завдає спалювання листя. Внаслідок цього в природі порушується основний геохімічний цикл — повернення поживних елементів у ґрунт, звідки вони мали б поглинатися рослинами та поліпшувати його структуру.

Найгірше ґрунт справляється з *рідкими і твердими токсичними відходами*. Внаслідок промислових викидів в ньому нагромаджується надлишкова кількість хімічних сполук, які згубно діють на організми тварин і людей. Це, наприклад, ртуть, миш'як, мідь, свинець, фтор, марганець тощо. Навкруг промислових підприємств нерідко утворюються зони, ґрунти яких дуже забруднені подібними елементами. Наприклад, у районі суперфосфатного і ртутного комбінатів 1 кг ґрунту може містити 1,3–5,63 мг ртуті (залежно від окремих підприємств). В ґрунт попадають і так звані *канцерогенні (бластомогенні) речовини*, які призводять до злоякісних новоутворень, зокрема, сажа, продукти осмолення, нафтопродукти тощо. У теперішній час ще важко говорити про механізм впливу запиленості і загазованості на ґрунтові процеси, оскільки в цій галузі дослідження тільки розпочаті. Однак можна стверджувати, що сірка та її сполуки, а також хлориди зумовляють підокислення ґрунтового розчину, а аміак, сода і сполуки магнію — олужування. Надлишкове накопичення в ґрунті різних елементів у токсичних концентраціях безпосередньо і побічно впливає на рослинність, зменшує продуктивність лісових і паркових насаджень.

Встановлено, що в ґрунтах під впливом кислих опадів спостерігаються головним чином два процеси: *заміщення основних катіонів на іони водню й алюмінію та переміщення заміщених катіонів у ґрунтового профілі*. Наприклад, відзначено збільшення олуження кальцію, магнію, калію. В ґрунтах із рН нижче 5,0 підвищується мобільність потенційно токсичних металів, наприклад: Al, Mn, Cu, Cd та ін. Внаслідок впливу кислих опадів можливе зниження швидкості і рівня розкладу та мінералізації органічної речовини. Ці зміни визначають можливий негативний вплив на ґрунтову біоту, яка бере безпосередню участь у розкладі та мінералізації органічної речовини.

Довкола промислових підприємств спостерігається забруднення ґрунтів *важкими металами* ("техногенні аномалії"). Наприклад, поблизу таких підприємств може осідати 90% свинцю. Мікробіологічні наслідки забруднення ґрунтів важкими металами полягають у впливі та складі функціонування ґрунтових організмів. До речі, встановлено, що під впливом мікроорганізмів сполуки ртуті, які попадають в ґрунт, можуть переходити у більш складні і ще небезпечніші форми (метилртуть). Мікроорганізми мають здатність трансформувати ці сполуки до елементарної ртуті. Одним із наслідків забруднення ґрунтів може бути *порушення трофічних зв'язків*, наприклад, усунення ґрунтових безхребетних.

Корисну дію мікробіологічних процесів у ґрунті знижують також *пестициди* і безпосередньо хлорорганічні сполуки. Потрапивши до ґрунту, вони довгий час не піддаються розпаду. В ґрунті також залишається велика кількість хімікатів, які використовують у якості добрив — фосфор, азот, калій, оскільки рослини засвоюють їх не повністю. Надмірна кількість кожного з цих елементів може бути шкідлива для рослин.

Як відомо, не так давно уряд Японії був змушений заборонити використання на рисових полях, здавалося б, чудодійних азотних добрив, які раніше застосовувались у великій кількості для підвищення врожайності.

Більша частина азотних добрив накопичувалась у річках і водоймах, де вони, вступаючи в реакцію із органічними речовинами, які перебували в процесі бродіння, утворювали отруйні нітрати, вбиваючи тим самим рибу та інших представників фауни.

Актуальною залишається і проблема забруднення ґрунту *людськими і тваринними фекаліями*, які використовують для удобрення сільськогосподарських угідь. Велика кількість тварин і птиці в приміських районах, а також у сільського населення вимагає вирішення проблеми знешкодження їх фекалій, оскільки без цього заходу вони являють собою таку ж небезпеку, як і людські. Перед вивозом гною на поля він має пройти біотермічну обробку в гноєсховищах, які, на жаль, погано устатковані й є ідеальним місцем для розмноження мух, що сприяє розповсюдженню різних шлункових інфекцій. Тому гній слід попередньо обробляти інсектицидними засобами.

В містах з'явився ще один вид відходів, небезпечний для оточуючого середовища, — *радіоактивний*. У великих кількостях вони утворюються на підприємствах, які виробляють радіоактивні речовини і використовують їх у своїй роботі. Порівняно небагато їх у лабораторіях радіоактивних ізотопів деяких науково-дослідних і лікувальних установ. Унаслідок комунікативної дії на організм людини вони є більш небезпечними, ніж звичайні

відходи. Широко розповсюджене скидання багаторазово розбавлених радіоактивних відходів у каналізацію є малоефективним. Найкраще зберігати ці відходи у спеціальних контейнерах і залізобетонних колодах, але й тоді потрібний постійний контроль за рівнем радіоактивності ґрунту і підземних вод. Одним з основних наслідків радіоактивного опромінення ґрунту є зменшення видового різноманіття груп організмів. Ці порушення небезпечні не лише для біохімічних процесів, але й для можливого поширення зараженості території. Відомі випадки поширення радіоактивності шляхом вітрового перенесення нерозкладеного опадів.

Серед агротехнічних заходів, які сьогодні повсюдно здійснюють, на загальноекологічну ситуацію найбільше впливає *меліорація*, яка раніше була пов'язана переважно зі зміною водного балансу визначених територій, з їх осушенням. З одного боку, осушення покращувало продуктивність сільськогосподарських угідь і сприяло розширенню місць рекреації, а з іншого — негативно впливало на водний баланс, погіршувало лісорослинні умови, вело до збіднення флори і фауни. Життя показало, що тільки подвійне регулювання водного режиму, зв'язок осушення з орошенням дають змогу підвищити агробіологічну продуктивність земельних і лісових угідь.

В Україні нагромаджений чималий досвід використання *рекультивованих земель* для потреб сільського і лісового господарства, а також створення рекреаційних об'єктів. Наприклад, зона відпочинку трудящих Орджонікідзєнського гірничо-збагачувального комбінату (Дніпропетровська область), де створені прекрасне водоймище і пляж. На терасових схилах кар'єру, задернованих і заліснених, утворений заповідник, в якому добре себе почувають такі рідкісні тварини й птахи, як лані, лами, страуси, пави й ін.

За останні роки в усьому світі значно зросли *рекреаційні навантаження* на ґрунти парків і лісопарків, приміських лісів, заплавних лук, що веде до деградації лісових і лугових біогеоценозів. Наприклад, у Підмосков'ї 15% лісів деградують. Одна з основних причин деградації і послаблення життєвості біогеоценозів — зміна під впливом витоптування воднофізичних властивостей ґрунту. Це явище відоме з давніх часів, але причина була в випасанні тварин. Відомий афоризм “кози з'їли Альпи” можна пояснити не тільки ненажерливістю цих тварин, але і їх великою кількістю, що й стало головною причиною руйнування ґрунтового покриву.

Витоптування призводить до порушення структури ґрунту, його надмірної *ущільненості*. Наприклад, якщо щільність ґрунту у місцях з низь-

ким рівнем відвідуваності приміської бучини під Львовом становить близько 10 кг/м^2 , то в зонах активного відпочинку вона сягає $30\text{--}40 \text{ кг/м}^2$. Об'ємна вага ґрунту змінюється на глибині до $5\text{--}10 \text{ см}$, і навіть до 30 см . Це зменшує його порізність, повітряну ємність, знижує капілярну вологоємність, погіршує умови аерації й інтенсивність виділення вуглекислоти. В деградованих ґрунтах порушується життєдіяльність мікроорганізмів і мікрофлори ґрунту. Спостерігається зменшення вмісту загального гумусу, змінюється його склад. Послаблюються захисні якості підстилки.

Особливо шкідливим є вигоптування ґрунту на схилах, що призводить до його інтенсивної як *площинної*, так і *лінійної ерозії*. При нестачі вологи ґрунти швидко *висушуються*.

В теперішній час в Україні і за кордоном здійснюється широкий комплекс досліджень для виявлення негативних дій антропогенних навантажень на ґрунтовий покрив природних і штучних екосистем, що дасть змогу вибрати шляхи раціонального використання ґрунтів урбанізованих ландшафтів.

1.6. ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН МІСТА

Блакитний купол неба, свіже повітря, аромат квітів наповнюють людину відчуттям бадьорості, життєвими силами. Проте багато сучасних міст позбавлені таких благ.

Встановлено, що без їжі людина може прожити декілька десятків днів, без води — декілька днів, а без повітря — не більше $5\text{--}7 \text{ хв}$. Якщо воду, якої і раніше людству не вистачало, називали “ресурсом життя”, то про повітря згадали тільки в наш урбанізований вік, коли відчули брак чистого повітря.

Атмосферне забруднення, яке розглядалось ще донедавна як фактор, що створює дискомфортні умови, сьогодні корелює із захворюваністю і смертністю населення. Вивчаючи дію забрудненого атмосферного повітря на здоров'я, головну увагу звертають на його вплив на легені і дихальні шляхи. Такий підхід не зовсім виправданий, оскільки ряд забруднювачів (важкі метали, канцерогени), потрапляючи в землю або воду, накопичуються там і можуть разом з продуктами харчування потрапити в організм людини.

Інтенсивне забруднення атмосферного повітря міст почалося в ХІХ ст. Це зумовлено концентрацією виробництва і ростом населення міст, а значить, підвищенням споживання різних видів палива. На початку ХХ ст. про забруднення повітря почали з тривогою говорити як про гігієнічну

проблему. Через 50 років забрудненість повітря в ряді великих міст сягнула критичних розмірів і стала загрожувати життю людей. Процес забруднення атмосферного басейну триває.

У теперішній час щорічні викиди забруднювачів антропогенного походження в атмосферу у ряді випадків можна зіставити з їх рівноважним складом у повітрі. Наприклад, для чадного газу, який утворюється в основному внаслідок неповного згоряння палива у двигунах автомобілів, у 50-х роках викиди становили близько 200 млн т на рік, у 70-х — близько 700 млн т і, згідно з прогнозами у, 2000 р. мали б досягти 2000 млн т на рік.

На початку 70-х років тільки в США кількість забруднюючих речовин, які викидаються у повітря в основному автомобілями і електростанціями, досягла 200 млн т на рік, тобто 1 т на кожного американця. Якщо всі види забруднювачів, які потрапляють в атмосферу США, прийняти за 100%, то для транспорту цей показник становить 60,6%, промисловості — 12,2, теплоелектростанцій — 14,1, атомних станцій — 5,6, відходів — 3,5%. В окремих містах світу, таких, як Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Токіо, відсоток забруднення міського повітря транспортом сягає 90%. Забруднення повітря згубно діє не тільки на здоров'я людей — його не витримують метал, камінь, цегла. Збитки, які щорічно наносяться металевим спорудам і цегляним будівлям, досягають 11 млрд дол.

Щорічно в світі кількість автомобілів збільшується на 36 млн і донедавна становила понад 500 млн. Вони витрачають до 500 млн т палива в рік, викидаючи при цьому близько 300 млн т шкідливих речовин. Питома вага токсичних викидів автотранспорту в загальному обсязі забруднення становить 50–80%. Викиди і гази автомобілів вміщують близько 200 шкідливих компонентів. У колишньому СРСР у 1988 р. кожний автомобіль викидав у середньому 1,9 т шкідливих речовин.

За даними А.З. Філіппова (1995), в Україні транспорт викидає в атмосферу понад 40% оксиду вуглецю, 46% вуглеводів і близько 30% оксидів азоту. У деяких містах України викиди автотранспорту становлять понад половину всіх забруднень. Наприклад, у Києві і Вінниці — 77%, Євпаторії й Ужгороді — 91, Ялті, Полтаві, Хмельницькому — 88, Сімферополі, Івано-Франківську, Луцьку — 83, Львові — 79, Чернівцях — 75%. У 1990 р. у Києві автотранспортом було викинуто в атмосферне повітря понад 2000 тис. т шкідливих речовин, у Донецьку й Одесі — по 1000 тис. т.

Одним з найнебезпечніших компонентів цих викидів є бензин. Як відомо, у бензин в якості антидетонатора щорічно додають 300 тис. т тетраетиллового свинцю, що становить близько 10% його світового видобутку. Тому, наприклад, в повітрі міст США міститься в середньому 1 мкг/м³ свинцю.

Якщо в сільській місцевості Фінляндії концентрація свинцю становить $0,025 \text{ мкг/м}^3$, то в центрі Хельсінкі — 1,3, а в промисловому районі Тиккуріла — $2,1 \text{ мкг/м}^3$. Сvineць, потрапляючи в повітря з відпрацьованими газами автомобілів, попадає в ґрунт, у поверхневі і ґрунтові води, його поглинають рослини. Якщо середня концентрація свинцю в міському повітрі $2,6 \text{ мкг/м}^3$, рослини вміщують його приблизно в 100 разів більше, ніж аналогічні у відносно незабруднених районах. Розрахункова тривалість перебування свинцю в кислих ґрунтах сягає 200 років.

Численні дослідження виявили достовірний зв'язок між вмістом свинцю у ґрунті і рослинністю вздовж доріг та інтенсивністю руху автомобілів. Сvineць переважно забруднює верхні шари ґрунту на віддалі декілька десятків, а деколи й сотні метрів. Це призводить до значного збільшення вмісту свинцю, як і інших елементів у культурах, які вирощують поблизу автостради. Наприклад, у бадиллі картоплі вміст свинцю зростає в 21 раз, а в бульбах у 26 разів. Такий стан викликає необхідність введення обмежень на використання територій вздовж автомагістралей із інтенсивним автомобільним рухом.

Велику шкоду забруднене міське повітря наносить не лише людям, але й рослинам і тваринам. Серйозну небезпеку для рослин являють собою SO, NO, F, Cl, важкі метали. Особливо це явище спостерігається довкола підприємств енергетики і металургії.

Багато дослідників одним із основних забруднювачів міського повітряного басейну вважають *сірчані діоксиди*. Сірчистий газ викидається з димом із топок, де спалюють вугілля і нафту, а також потрапляє від заводів, які виробляють сірчану кислоту, лаки, фарби. Детальний аналіз складу палива, яке використовується сучасними електростанціями, промисловістю і застосовується для опалення приміщень, здійснений вченими ФРН, свідчить, що викиди двоокису сірки (SO_2) зросли від 3,5 млн т у 1969 р. до 4,2 млн т і понад в 1973 р. і 4,6 млн т в 1980 р. В США у 1960–1980 рр. спостерігалася подвоєння викидів двоокису сірки. Сірчистий газ у кількості $0,5 \text{ мг/м}^3$ отруює організм людини настільки, що це може призвести до виникнення небезпечних захворювань. Найбільше він пошкоджує респіраторну систему (кашель, біль у грудях, задуха і подразнення шляхів дихання). Останні дослідження свідчать, що сірчистий газ і його похідні, які утворюються в крові, можуть бути причиною генетичних змін.

Встановлений тісний зв'язок між високою смертністю від бронхітів і концентрацією диму й сірчистого газу. В містах, де реєструвалася підвищена смертність від даного захворювання, середні місячні концентрації диму і

сірчистого газу перевищували $0,2 \text{ мг/м}^3$. Багаторічні спостереження в Генуї дали змогу виявити, що коефіцієнт кореляції, який пов'язує частоту бронхітів з середньомісячними концентраціями сірчистого газу в атмосферному повітрі, дорівнює 0,96.

У місцях зосередження транспорту (наприклад, перед світлофорами) спостерігається висока концентрація ($5\text{--}10 \text{ мг/м}^3$) СО — *чадного газу*, яка в кількості 20 мг/м^3 уже небезпечна для життя людини. У викидних газах автомобілів і тракторів його міститься до 2–10%, в димових газах — 1–4, в тютюновому димі 0,5–1, в атмосфері населених пунктів 0,0005%. В 1970 р. загальна кількість СО, яка потрапила в атмосферу Японії, становила 1014,4 т. При цьому на автомобільні двигуни припадає 93%, частка від відходів — 6,3, на всі інші джерела — 0,7%.

В міському повітрі зосереджується велика кількість *оксику азоту*. Його головні джерела — теплоцентралі, двигуни, виробництво азотної кислоти. Навіть незначна кількість окису азоту — $0,1 \text{ мг/м}^3$ — уже шкідлива для здоров'я людини.

Забруднювачами повітря є також оксиданти, які зумовлюють виникнення фотохімічного смогу, що виникає в основному внаслідок реакції між окисами азоту і вуглеводами, які надходять в атмосферу з відпрацьованими газами автомобілів, і характеризуються високою токсичністю.

Негативно впливають на людину промисловий *пил, сажа, частинки попелу*. Найшкідливішими є частинки величиною в декілька мікрон і навіть мілімікрон. Спеціальні дослідження, проведені в Нью-Йорку, свідчать, що щорічно в цьому місті осідає близько 600 тис. т пилу. В найзабрудненіших районах Нью-Йорка випадає понад 5 тис. т пилу на $1 \text{ км}^2/\text{рік}$. Пил, подібно до газу, проникає глибоко в легені і призводить до різних захворювань. Дуже токсичним є пил сполук свинцю, цинку, міді, кадмію, а також такого раніше поширеного препарату, як ДДТ.

На перетині вулиць із помірною інтенсивністю руху — приблизно 7 тис. автомобілів за день — серед забруднювачів повітря виявлені такі: ґрунт, цемент, гумовий пил від автопокришок, викидані гази і рештки солі, яка використовувалася взимку для усунення снігу і льоду. Розміри частинок у пробах перебували в межах від 20 до 500 мкм і зрозуміло, що при сильному вітрі значна їх кількість піднімалася у повітря.

Забруднення атмосфери міста речовинами антропогенного походження має виразний тижневий цикл: у вихідні дні концентрація забруднювачів на 30% нижча, ніж у робочі. Найвищі показники спостерігаються в понеділок і у п'ятницю, що пояснюється масовим притоком людей до

міста і відтоком з нього. В сільській місцевості забруднення, зумовлене автомобільним транспортом, становить 4% міського.

Висока загазованість і запиленість повітря шкодить зеленим насадженням. На карті, створеній вченими Німеччини, окреслені локальні і крупноплощадні осередки забруднення повітря. За цими даними, 200 тис. га лісових територій країни пошкоджені димом, із них 25 тис. га значною мірою.

В 1972 р. у всіх лісництвах Польщі вивчали шкідливу дію на ліси викидів промисловими підприємствами пилу і газів. При цьому виявили три ступені пошкодження: 1 — слабкі, 2 — помірні, 3 — значні. Пошкоджено 239 тис. га лісів (3,5% площі державних лісів Польщі), з них 114 — 1 ступінь, 79 тис. га — 2 і 26 — 3. Запас деревини на корені (брутто) на пошкоджених площах становив 29,9 млн м³, що дорівнює нормальному приросту продукції лісу за 1,9 року.

Середня концентрація зважених частинок у тропосферних пробах, взятих у США в 70-х роках, становила у міських районах 102 мкг/м³, а в прилеглих, проміжних і віддалених — відповідно 45, 40 і 21 мкг/м³.

Зростаюча тривога громадськості, викликана негативними впливами забруднення повітря, змусила багато країн помірних широт ввести стандарти на якість повітря.

1.7. МІСЬКА ВОДА

Всю воду, яка супроводжує життєвий цикл міської людини, можна розподілити на: власне міську (озера, річки, акваторії морів, підземні води) й імпортовану, тобто ту, що надходить у місто по трубах для побутових і промислових потреб. Високі темпи урбанізації інтенсифікують використання води, зумовлюючи її дефіцит, особливо в аридних зонах планети.

Прісна вода, як відомо, становить близько 3% водних ресурсів світу. Якщо вважати, що абсолютна більшість її (приблизно 99%) сконцентрована у льодовиках і снігових шапках гірських хребтів або ж захована глибоко під землею, то виявиться, що людство має відкритий доступ лише до її мізерної частки (менше одного відсотка). Щоб бути здоровим, кожен з мешканців планети мусить щодня споживати з їжею та напоями приблизно 2,5 л води. Проте, незважаючи на загрозливі прогнози щодо скорої нестачі питної води, вчені стверджують, що цього одного відсотка, коли його раціонально використовувати, вистачило б, щоб забезпечити двічі або й утричі більше людей, ніж сьогодні живе у світі.

Проблема полягає не стільки у нестачі води, необхідної для життєдіяльності людини, скільки в її використанні. Справа в тому, що цю воду “випиває” сучасна індустрія.

Досить сказати, що для одержання 1 т капрону використовують 10 т чистої води, а для виготовлення 1 кг паперу — 100 кг. Виробництво 1 т текстильної тканини вимагає 270 тис. л води; на виробництво 1 т цементу йде 5 т. На забій однієї голови великої рогатої худоби витрачається на бойнях 500 л води. В промислово розвинутих країнах на одну людину витрачається 1,2–1,5 тис. м³ води на рік.

Щоб забезпечити питною водою місто з мільйонним населенням і розвинутою промисловістю за рахунок підземних вод, вимагається величезна територія — приблизно 750 км² і за умов, якщо загальна кількість річних опадів становитиме не менше 1000 мм за рік. Запаси підземних вод у містах катастрофічно вичерпуються, а водоводи постачають воду в міста за сотні кілометрів.

В минулому столітті особисті витрати води мешканцем міста становили 30–40 л на добу, сьогодні ж житель сучасного благоустроєного міста витрачає на свої потреби до 300 л. Сьогодні в США витрачається понад 350 л води на душу населення. Для москвичів цей показник сягає 400 л, для мешканців Києва і Дніпропетровська — понад 300 л. Водогони колишнього Радянського Союзу щоденно давали населенню 500 млн м³ чистої води. Досить сказати, що в Лондоні громадяни одержують 170 л води на добу, в Парижі — 160 л, в Брюсселі — 85 л.

Цікаво відзначити, що для задоволення своїх фізіологічних потреб мешканець міста використовує лише 5% загальної кількості води, яку він вживає. Це підтвердили проведені дослідження у м. Акрон (США, штат Огайо), які виявили таку структуру витрат водопровідної води: для купання — 37%, для змивання унітаза — 41, для приготування їжі — 6, для підтримки чистоти в квартирі — 3, для прання білизни — 4, для поливання саду — 3, для миття автомобіля — 1%. Решта 5% води використовується в якості питної.

В США вживання води постійно зростає. Наприклад, в 1960 р. було спожито 275 млрд м³ води (при чисельності населення 155 млн чол.), у 1965 — 465 млрд м³ (при чисельності населення 200 млн), а в кінці 80-х років — 850 млрд м³ (при чисельності населення близько 300 млн чол.). За існуючими прогнозами, у 2000 р. споживання води виросте до 1200 млрд м³, або до 3000 л в рік на душу населення. Запасів води у США, за підрахунками вчених, вистачить до 2050 р., а потім її запаси будуть вичерпані і настане “водний голод”.

Як бачимо, індустріалізація й урбанізація підвищили споживання води для господарської діяльності і побуту. Одночасно змінився склад води в природі, її якість. Забруднення текучих і стоячих поверхневих вод і загрозливі проблеми забруднення підземних вод викликають серйозну тривогу населення густозаселених країн світу. І для такої тривоги є підстави: щороку у річки світу зливають до 400 км³ стічних вод з побутовими та промисловими відходами.

У країнах, що розвиваються, майже всі великі річки забруднені неочищеними стічними водами. Дослідження 200 найбільших річок Росії свідчить, що у 8 з 10 річок бактеріологічні та вірусні показники були небезпечно високими.

В Європі першою мертвою річкою став Рейн. В 70-ті роки у своїй нижній течії, де ріка перетинала німецько-голландський кордон, щоденно до води попадало 40 тис. т кухонної солі, понад 16 тис. т сульфатів, 22 600 т нітратів, 103 т фосфатів, 554 т аміаку, 215 т заліза, 2640 т органічних продуктів. Дійшло до того, що, згідно з інструкцією, випадково виловлену в ріці рибу рекомендували перед вживанням декілька тижнів тримати в чистій воді. Купання в ріці заборонялося, оскільки було небезпечним для здоров'я. Забрудненими були й інші європейські ріки — Сена, Дунай та Вісла. Згідно з журналом "Ворлд вог", у країнах, що розвиваються, 80% хвороб поширюється через вживання неякісної води. Забруднення та патогенні водні мікроорганізми щорічно вбивають 25 млн чоловік.

В американському місті Мілуокі (штат Вісконсин) у 1993 р. 400 тис. чол. захворіло після того, як випили з водопровідної мережі води, що містила стійкий проти хлороформу штам мікроба. Того ж самого року небезпечні мікроби попали до водопровідної мережі у містах Вашингтон та Нью-Йорк. Недавня епідемія холери, яка виникла внаслідок забруднення води і тривала десять тижнів, обійшлася в мільярд доларів, що втричі більше, ніж було вкладено у водопостачання впродовж 80-х років.

Варто особливо виділити *отруйний "спектр" забруднень поверхневих вод*, який загрожує не лише здоров'ю людей, але і всім живим істотам існуючих акваторій. Останнім часом помітно поширилося ртутне забруднення вод. В кінці 50-х років у засобах масової інформації з'явилися тривожні повідомлення про хворобу, яка одержала назву Мінамата, що призводила до ранньої смертності та послаблення фізичного розвитку японців із сіл довкола затоки Мінамата та ріки Агано. Причиною стало скидання стічних вод місцевого заводу до затоки. Відходи метилової ртуті попадали в організм риби та інших морських тварин, а згодом в процесі споживання — в організм людини.

Висока здатність безхребетних до акумуляції токсичних речовин — головна причина проникнення їх в трофічні ланцюги водних екосистем, а потім в організм людини. Концентрація ртуті у деяких видів риб у Балтійському морі виросла настільки, що уряди Швеції, Фінляндії, Данії забороняють лов риби біля берегів, поблизу яких розташовані промислові підприємства.

Небезпечним є зараження водою кадмієм. Перше масове отруєння сполуками цього металу спостерігалось в Японії серед жителів, що мешкали вздовж берегів ріки Йінтоу. Захворіло близько 200 чоловік, з яких половина померла. Захворювання призвело до розм'якшення кісткової тканини і викликало нестерпні болі в попереку. Звідси пішла назва хвороби "ітай-ітай" ("ой-ой"). Як виявилось, води рудника, в якому добувалися важкі метали, в тому числі і кадмій, селяни використовували для зрошення рисових полів. Споживання рису, вирощеного на цих полях, призвело до масових захворювань.

Свинець — це поширений фактор забруднення води. Наприклад, у водах північного узбережжя Середземного моря викиди свинцю підприємствами настільки великі, що внаслідок його кумулятивної дії в організмі виловленої риби концентрація перевищує дозволу ВООЗ в 20 разів. Забруднюють поверхневі води і миючі синтетичні речовини, які майже не затримуються очисними спорудами. Пухнастий шар світлої піни перешкоджає доступу кисню, а отже, самоочищенню води.

Аналогічна за дією поверхнева плівка, яку утворюють на воді нафтопродукти. До речі, 1 л сирої нафти може зробити непридатною для пиття 1 млн л води. Внаслідок досить частих катастроф танкерів нафта забруднює прибережні води, внаслідок чого гине величезна кількість рослин, риби, птахів та інших тварин. Великої шкоди нафтопродукти завдають пляжним зонам. Під білим як сніг піском пляжів Александрії (Єгипет) трапляються величезні згустки нафти, які знижують рекреаційну якість узбережжя.

Надмірне збагачення водних екосистем поживними речовинами призвело до їх *евтрофікації* (від грецьк. евтрофія — добре харчування). Це явище можна спостерігати у водах річок, озер та естуаріїв (гирла річок), які характеризуються низькою здатністю відновлювати кисень. Розрізняють два типи евтрофікації — природну і культурну.

Перший — це процес послідовного старіння водою внаслідок намівання мулу і поживних речовин. Його прогресуючого впливу зазнають передусім ріки, естуарії з повільною течією та стоячі водоймища. Завершується евтрофікація водної екосистеми утворенням високопродуктив-

ного болота, а згодом наземних рослинних угруповань — лучних, чагарникових, деревних.

Другий тип — культурна, або галопуюча евтрофікація, яка відбувається внаслідок інтенсивного напливу антропогенних відходів: неперероблених промислових стоків, дренажних вод із сільськогосподарських угідь. Останнім часом спостерігається евтрофікація рекреаційних водойм.

Напевно, найяскравіший приклад змін у житті акваторій в умовах індустріалізації та урбанізації — трагічна доля озера Ері, з якого витікає р. Ніагара, всесвітньо відома своїм Ніагарським водоспадом (США), описана в 70-х роках Б. Коммонаром. За останні десять років, повідомляє автор, люди, що проживають в околицях озера, не могли не бачити його виродження. Пляжі, якими вони користувалися, забруднені; влітку величезна кількість риби і водоростей, що розкладається, покривають берег; колись іскриста водна поверхня покрита нечистотами; нафта, що скидається в одну з його приток, час від часу загоряється. І діагноз, встановлений автором — біологічний баланс озера Ері порушений, і якщо воно не загинуло, то, у всякому разі, уражене смертельною недугою. Урядом США в останні десятиріччя вжиті заходи, спрямовані на оздоровлення не лише озера Ері, але й усіх акваторій, що входять до системи Великих озер, з яких починає свою течію повноводна артерія Північної Америки — ріка Св. Лаврентія.

Зниження рівня кисню, а інколи його повна відсутність, веде до відмирання у водоймах всього живого; річки на великих віддалях перетворюються у мертві і смердючі потоки. Культурна евтрофікація — значною мірою результат забруднення водойм нітратами та фосфатами. Нітрати, як відомо, проявляють сильний біологічний вплив як біостимулятори, які посилюють процес евтрофікації, особливо в прибережних водах.

Бурхливий ріст водоростей у Великих озерах був викликаний фосфатами, які надходили з очисних споруд. При цвітінні водоростей, крім фосфору та азоту, присутні, як свідчать лабораторні аналізи, натрій, калій, а також вітамін B₁₂.

Щоб сповільнити галопуючий процес евтрофікації, слід удатися до екосистемного підходу, який би виключив надмірний поверхневий стік і наноси з оточуючих територій, передбачив би збільшення органічних і зменшення хімічних добрив, поліпшення очистки усіх стоків.

Очистка стоків, охорона акваторій і підземних вод — це турбота не лише про питну воду, а передусім про здоров'я усієї міської екосистеми. В єдиному екосистемному ланцюгу (разом з ґрунтом, повітрям, рослин-

ним і тваринним світом) лише чиста вода може забезпечити оптимальні умови розвитку біоценозів.

Останнім часом спостерігається різке зменшення дебіту місцевих джерел, а тому доводиться задовольняти попит на воду за рахунок підключення віддалених не лише на десятки, а й на сотні кілометрів водойм. Наприклад, Москва, мешканці якої споживають 30% підземних вод і 70% поверхневих, одержують воду, що на початку поступає у водосховища. В європейських проектах водопостачання передбачає використання водних ресурсів альпійських льодовиків та озер Швеції. Актуальними стають проекти опріснення морської води і перекидка її в міста.

В США ще на початку ХХ століття міста перейшли на експлуатацію поверхневих вод, для чого були створені потужні водопровідні станції. Сьогодні жителі американських міст вживають 90% питної води, одержаної від поверхневого стоку. Внаслідок колосального забруднення поверхневих вод доводиться їх регенерувати перед відправкою до водопровідної мережі.

Світова практика виробила три методи очистки стічних вод: *первинний*, *вторинний* і *третинний*. Всі вони базуються на принципі забезпечення води киснем, необхідних для життєдіяльності аеробних бактерій, які беруть участь у розкладі органічних відходів. Для цього спеціально визначають коефіцієнт біохімічної потреби у кисні (БОД).

Перший метод очищення передбачає усунення близько 60% твердих частинок матеріалу і близько 30% кисневмісних відходів. Фільтри затримують пісок, гравій, сміття, вилучають нечистоти і шлаки, решта ж відходів осідають, утворюючи мул. Отже, при використанні цього методу залишається більше половини відходів, які поглинають кисень. Розклад їх бактеріями може призвести до виснаження кисню у водних системах.

Вторинна обробка відбувається у відстійниках, де з допомогою кисню і бактерій руйнується більшість органічних відходів, які б у протилежному випадку могли поглинути розчинений у воді кисень і призвести до прискорення розмноження водоростей і бактерій. З допомогою цього значно дорожчого методу вилучається до 90% киснеспоживаючих відходів, але кінцевий продукт ще містить багато надзвичайно складних хімічних забруднювачів: 70% фосфору й азоту (в основному нітратів), 95% розчинених солей, включаючи важкі метали, такі, як ртуть і свинець, всі радіотопи і стійкі пестициди. В такій обстановці продовжується процес евтрофікації. Водночас виникає ще одна проблема: як використати відібраний фільтрами мул, в якому є ще багато хімічних добавок.

Третинна обробка, яка на 25–30% дорожча від вторинної, використовується рідше. Вона вилачує 95% забруднювачів і дає можливість забезпечити людей чистою питною водою. Одна з перших таких установок була створена в штаті Каліфорнія на озері Тахо. Вона щоденно обробляє 7,5 млн т озерної води, осаджуючи фосфор, і “видуває” в десорбційних камерах азот, який знаходиться там у вигляді аміаку. Остання стадія очистки полягає у пропусканні води через активоване вугілля, яке зв’язує більшість хімікатів, що там залишилися.

В Україні охорона водних ресурсів регламентується водним законодавством, яким передбачене забезпечення високоякісної очистки промислових і побутових стоків.

1.8. ШУМОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ

Кажуть, ревматизм точить суглоби і щипає серце. Шум, без усякого сумніву, пошкоджує нервову систему. Вже в давньому мільйонному Римі законодавці встановили місця пересування колісниць, аби не порушувати спокою громадян. Надмірний вуличний шум, пише французький соціолог Ф. Сен-Марк, є причиною 80% мігреней, 52% розладів пам’яті і принаймні половини зіпсованих характерів. У Великобританії кожний четвертий чоловік і кожна третя жінка страждають неврозами через шум. Кожний п’ятий хворий у психіатричних лікарнях Франції збожеволів внаслідок дії шуму. У шумних квартирах Нью-Йорка відзначене тривожне відставання дітей у рості та розумовому розвитку. На думку австралійського вченого Гриффіта, шум на 30% є причиною передчасного старіння городян, скорочуючи їх життя на 8–12 років, а також штовхає до насилля, самогубств і навіть убивств.

Шум, як звук взагалі, викликає коливальну енергію пружних тіл. Утворені в пружному повітряному середовищі звукові хвилі внаслідок фізичних і фізіологічних перетворювань досягають слухового аналізатора, розташованого в корі головного мозку. Тут і відбувається сприйняття звуку і шуму.

Всі шуми можна згрупувати в два акустичних — фоноприродний і штучний. В природному середовищі це приємний шум прибою, дзюркіт потоку, спів птахів або гуркіт громових розрядів. Штучний акустичний фон створюється господарською, технічною і культурною діяльністю людини.

Кількісний показник шуму — його гучність, яка вимірюється в децибелах (дБ), які являють собою логарифмічну шкалу рівнів тиснення звуку, де подвоєння його інтенсивності відповідає збільшенню на 3 дБ.



Для оцінки пошкоджуючого ефекту шуму користуються спеціальною шкалою, яка позначається буквою А і записується дБА. Вважається, що гучність понад 90 дБА може викликати глухоту, а тому перебування в зоні такого високого шумового забруднення середовища регламентується часом. Вплив гучності 93 дБА дозволено протягом 4 год, 96 дБА — 2 год, 99 дБА — 1 год і т.д.

Взявши за основу ступені дискомфорту слухового сприйняття людської мови, групують рівні шуму таким чином:

25 дБ — ступінь дискомфорту незначний, немає утруднення у випадку тихої розмови;

25–40 дБ — слакий, утруднення лише за умов тихої розмови;

40–55 дБ — помірний, спостерігається за умов розмови звичайної гучності;

55–70 дБ — середній, часто утруднення виникають за умов голосної розмови;

70–90 дБ — сильний, можна зрозуміти співрозмовника, якщо він говорить дуже голосно або кричить;

90 дБ і більше — дуже сильний, не можна зрозуміти співрозмовника, навіть якщо він кричить.

Якщо протягом декількох років шумові навантаження високі, то це веде до розладу слуху. Ось приблизно так розподіляється шумове навантаження за їх небезпекою для слуху: 70–80 дБ — немає небезпеки; 85 — починаються деякі погіршення слуху; 95 — вірогідність втрати слуху становить 50%; 105 дБ — втрата слуху спостерігається у всіх осіб, які піддаються шумовому впливу.

Чутливість слухового апарату, особливо до високих тонів, як відомо, з віком знижується і веде до старечої глухоти. Вивчення слуху у мешканців племені Магано в Судані показало, що слухова чутливість у них набагато вища, ніж у американців цього ж віку. Отже, наявність звукових подразників — важливий фактор, який передує розвитку старечої глухоти.

Вчені московського НДІ санітарії і гігієни ім. Ф.Ф. Ерісмана встановили, що шумова "агресія" не лише негативно впливає на слуховий апарат, але й веде до серйозних змін в діяльності різних органів і систем: підвищується кров'яний тиск, сповільнюється ритм серцевих скорочень, знижується перистальтика шлунка, одночасно знижується секреція слинних і шлункових залоз, порушується функція щитовидної залози і кори наднирників, змінюється електрична активність мозку, зменшується статева активність.

Шумове забруднення міського середовища найсильніше проявляється в нічну пору. Постійне пробудження вночі від сильного шуму знижує ефективність відпочинку. Подібно до хімічних забруднень, шум має властивість кумулятивного накопичення в організмі. Дослідженнями встановлено, що вночі шум силою 55 дБ викликає такі фізіологічні ефекти, як удень силою 65 дБ. Вивчаючи електроенцефалограми і вимірюючи кров'яний тиск сплячих людей, вчені встановили, що шум силою 65–67 дБ, який повторюється протягом ночі більше 5 разів, шкідливий для здоров'я.

Порогові значення рівнів шуму, які викликають порушення сну, коливаються в середньому в межах 40–70 дБ. Вони значною мірою залежать від віку. Діти прокидаються від шуму силою 50 дБ, дорослі — 30 дБ, для літніх людей цей рівень ще нижчий. В умовах однієї і тієї ж інтенсивності шуму люди у віці 70 років прокидаються в 72% випадків, тоді як діти семи-восьми років лише в 1% випадків. Жінки, які частіше, ніж чоловіки, переходять від глибокого сну до легкого, прокидаються швидше від одного і того ж джерела шуму.

Слід відзначити, що інтенсивність шумової “агресії” безперервно зростає у всьому світі. За даними вчених чиказького університету, ріст шумового навантаження спостерігається як у великих, так і у малих містах. Згідно з прогнозами, рівень шумів у містах США до 2000 р. зросте порівняно з 1970 р. на 50%. Загальна закономірність полягає в тому, що чим більше місто, тим вище його шумове забруднення.

Аналіз матеріалів міської та районних санепідемстанцій м. Львова свідчить, що основними джерелами шуму в місті виступають транспорт на магістралях, залізниця, аеропорт, промислові підприємства, обладнання (холодильники, вентиляційні системи, трансформатори, насоси для підкачування води) майстерень, об'єктів громадського харчування, магазинів, житлових будинків.

Найбільшою мірою акустичний режим визначається шумом від потоків транспорту. Вулично-дорожня мережа м. Львова характеризується радіально-кільцевою структурою планування. Її основу становлять радіальні магістралі та ряд напівкільцевих і сполучних магістралей у центральній частині міста. Радіальні дороги зв'язують центр із периферійними районами і місцями прикладення праці. Щільність транспортних вулиць в центрі досягає 4,3 км/км², що характеризує перевантаження (на периферії — від 1,8 км/км²).

Перевищення нормативних значень зафіксовано майже на всіх магістралях, де проводились заміри рівнів шуму (крім вул. Вахнянина, Лепкого, Коцюбинського, перехрестя вул. Личаківської і Заньковецької).

Найбільш несприятливими щодо шумової обстановки виявились вулиці міського значення (Городоцька, Шевченка, Любінська, Хмельницького, Кульпарківська, проспект Чорновола) з інтенсивністю транспортного потоку більше 600 авт./год. Деяко нижчими є рівні шуму на вулицях, що мають допоміжне значення, але досить інтенсивно експлуатуються (Виговського, Пасічна, Наукова, Тургенева, Антоновича, Бандери, Сахарова, Липинського). Найменші рівні зафіксовані на вулицях з інтенсивністю до 100 авт./год. (Вахнянина, Лепкого, Краківська, І. Гонти, Пелехатого), але і на більшості з них існують перевищення.

Великий вплив на акустичний режим м. Львова має залізничний транспорт. Спорудами залізниці в місті зайняті значні території — 478 га, з наявністю великих розв'язок, що знаходяться в серединній частині Львова. Залізничні шляхи перетинають селітебні території або проходять уздовж меж житлової забудови. При цьому міська забудова часто впритул підходить до площадок, на яких знаходяться транспортні об'єкти. Наприклад, залізнична лінія, що проходить зі сходу на захід (ділянка Красне—Львів), а також примикаюча лінія Львів—Маріуполь—Івано-Франківськ утворюють петлю, що відділяє центральну частину від північних і південних районів міста. Особливу незручність створює магістраль Красне—Львів, яка розсікає житловий район Підзамче на дві частини. Ці дві залізничні лінії ускладнюють зв'язок районів з центральною частиною міста і є джерелами шуму, що впливає на житлову забудову.

Викликає тривогу забруднення шумами рекреаційних угідь: національних парків та лісопарків, туристських комплексів. Дослідження шумів, які проводилися вченими Німеччини на Малому Люценському озері, показали, що їх рівень на пішохідній доріжці вздовж берегової лінії мало чим відрізняється від міського.

Вимагає серйозного вивчення стан культурного шумового забруднення як зовнішнього, так і внутрішнього. Використання потужних підсилювачів звуку, які піднімають силу звукової хвилі до 100 і більше децибел, негативно впливає на психіку молодих людей, а також забруднюють шумами міське довкілля.

В усіх країнах світу шум розглядають як тяжку екологічну агресію, використовуючи для боротьби з ним як інженерно-технічні (знешкодження джерел шуму, створення звукових екранів), так і природоохоронні (зелені захисні смуги) заходи.

1.9. ЕНЕРГЕТИКА УРБАНІЗОВАНИХ РЕГІОНІВ

Людина з часів нижнього палеоліту (2–2,5 млн років) підтримує своє існування за рахунок енергії, одержаної із продуктами харчування. Лише 50 тис. років тому, коли людина навчилася добувати вогонь сама, до її енергетичного балансу додалася і ця антропогенна енергія. Потім в якості енергетичного додатка стали виступати домашні тварини — коні, воли, осли, собаки, а згодом водяні вітряки і вітряні двигуни. Далі була епоха пари, електрики, а сьогодні — керованої термоядерної енергії. Вся ця еволюція енергоспоживання пов'язана передусім із розвитком міст.

У часи нижнього палеоліту раціон харчування одного жителя Землі, а їх налічувалося близько 10–20 тис.чол., становив близько $8 \times 10^3 - 1,2 \times 10^4$ кДж/добу (Козинцев, 1980), табл. 1.3.

У цей період річне споживання енергії становило приблизно $4,6 \times 10^{10} - 8,8 \times 10^{10}$ кДж/рік. На початку середнього палеоліту чисельність населення планети досягла 200–300 тис. чол., а енергоспоживання 1,6–2,3 (10^{12}) кДж/рік. У кінці палеоліту кількість населення досягла 1 млн, а споживання енергії — $9,2 \times 10^{12}$ кДж/рік. Отже, у верхньому палеоліті завдяки використанню вогню, енергоспоживання, порівнюючи з початковим етапом становлення людства, зросло в 100 разів. Вогонь використовували для розчищення площ пасовищ, що значною мірою змінило обличчя планети, призвело до появи саван і степів, зникнення крупних тварин.

Та б л и ц я 1.3

Споживання людством енергії в різні періоди його розвитку (за Прохоровим, 1990)

ПЕРІОД	К-сть чол.	Споживання енергії, кДж	ПЕРІОД	К-сть чол.	Споживання енергії, кДж
Нижній палеоліт	10-20 тисяч	4,6-8,8 (10^{10})	Феодалізм початок	230 млн	
Середній палеоліт	200-300	1,6-2,3 (10^{10})	середній	-"-	$6,3 \times 10^{15}$
Верхній палеоліт	1 млн	9×10^{12}	пізній	920 млн	$1,7 \times 10^{16}$
Неоліт (кінець)	50 млн	$6,3 \times 10^{14}$	Середина XIX ст.	952 млн	2,9-3,1 (10^{16})
Античний початок	50 млн	$8,4 \times 10^{14}$	Початок XX ст.	1 млрд 652 млн	$5,3 \times 10^{16}$
кінець	230 млн	2,1-2,5 (10^{15})	50-ті роки	2 млрд 485 млн	$1,5 \times 10^{17}$
			Кінець XX ст.	4 млрд 456 млн	$4,1 \times 10^{17}$
			Прогнози на 2020 р.	6 млрд 493 млн	$5,3 \times 10^{17}$

Криза мисливської цивілізації привела людство до збиральництва і землеробства, тобто до неолітної (8–3 тис. років до н.е) революції. Період неоліту почався приблизно 5 тис. років тому. За цей час кількість народонаселення зростає з 10 до 50 млн чол., а його сумарні енергетичні затрати — з $1,7 \times 10^{14}$ до $6,3 \times 10^{14}$ кДж/рік. Збільшення енергоспоживання було нерозривно пов'язане із господарською діяльністю, зокрема, з підсічно-вогневим землеробством (існує в окремих слаборозвинутих країнах і до теперішнього часу). Ця примітивна система господарювання полягала у звільненні від лісу (спалювання, вирубка) на 2–3 роки ділянок для вирощування сільськогосподарських рослин. Після виснаження землі ділянку залишали для зарощування. Правда, в умовах жаркого клімату, де паводки несли багатий органікою мул, землеробство не вимагало переміщень населення, що вело до його великої концентрації. Таким чином, в неоліті в окремих місцях кількість населення сягала 200–350, а то й 500 чол./км², а енергоспоживання — до 4 млрд кДж/км² на рік.

Вважають, що в античний період енергоспоживання не перевищувало рівня епохи неоліту і становило 46–50 тис. кДж/добу на душу населення. Це пояснюється тим, що вогонь і тодішні види енергії не могли дати помітного росту енергоспоживання. Отже, основний додаток до зростання енергозабезпечення тогочасного народного господарства містився в мускульній праці рабів. Сьогодні це явище спостерігається у слаборозвинутих країнах. На початку античного періоду споживання енергії становило $8,4 \times 10^{14}$ кДж/рік, а в кінці — $2,1–2,5 \times 10^{15}$ кДж/рік. Реальним є те, вважає Б.Б. Прохоров (1990), що в античні часи на окремих ділянках території енергоспоживання досягало $2,1 \times 10^{10}$ кДж/км² на рік. Такими територіями, без сумніву, були міста (Вавилон, Рим, Афіни).

Упродовж періоду феодалізму, який охоплює приблизно 1800 років, кількість населення збільшилася з 230 до 920 млн. У середині середньовіччя все людство споживало енергії $6,3 \times 10^{15}$ кДж/рік, а в кінці — $1,7 \times 10^{16}$ кДж/рік. Цей період пов'язаний з інтенсивним ростом міст, які вирізнялися високою щільністю населення. Наприклад, в кварталах Алжиру вона досягала 200 тис. чол. на 1 км². У середньовічному місті споживання енергії приймають 4×10^{12} кДж/км² на рік.

Промислова революція збільшила енергоспоживання до $2,9–3,1 \times 10^{16}$ кДж/рік. Наприклад, в Англії в середині XIX ст. споживання енергії на душу населення становило $3,2 \times 10^5$ кДж/добу.

На початку XX ст. населення Землі досягло 1,5 млрд. У цей період лиш за рахунок спалювання мінерального палива людство одержало дещо менше енергії — 3×10^{16} кДж/рік (котельні, двигуни внутрішнього зго-

ряння, електростанції). Крім того, із продуктами харчування і затратами на їх приготування людство використало додатково ще 3×10^{16} кДж/рік енергії. Отже, вже на початку століття загальне споживання енергії наблизилося до $2,3 \times 10^{16}$ кДж/рік.

До 1950 р. сумарні енергозатрати планети досягли $1,5 \times 10^{17}$ кДж/рік. В 1980 р. сумарне енергоспоживання (із урахуванням харчування) оцінюють величиною $3,9 \times 10^{17}$, в 2000 р. воно, згідно з прогнозами, буде становити $4,1 \times 10^{17}$, а в 2020 р. — $5,3 \times 10^{17}$ кДж/рік. Як бачимо, спостерігається деяке сповільнення темпів споживання енергії, що є наслідком зміни політики в бік енергозбереження.

На порозі нового тисячоліття використання енергії всього на 4 порядки нижче від того, яке Земля щороку одержує від Сонця ($5,4 \times 10^{21}$ кДж/рік). Проміжний показник різний для регіонів планети (табл.1.4).

Та б л и ц я 1.4

Щільність споживання енергії порівняно із рівнем споживання сонячної радіації чи енергії для найкрупніших промислових районів світу (1965–1968 рр).

РЕГІОН	Площа, км ²	Споживання енергії, 10^4 кДж/км ² на рік	Радіаційний баланс 10^4 кДж/км ² на рік
Нью-Йорк (Манхеттен)	59	200	30
Москва	878	40	13
Цинциннаті	200	8,2	31
Західний Берлін	234	6,7	18
Лос-Анджелес	3500	6,6	34
Фербенк (Аляска)	37	5,8	5,6
Гамбург	747	4,0	17
Індустріальний район Північної Рейн-Вестфалії	10296	3,2	16

Як бачимо, в окремих регіонах виробництво і споживання енергії в процесі господарської діяльності перевищує в декілька разів сонячну енергію. Підраховано, що лише один мегаполіс Босваша, який простягнувся від Бостона до Вашингтона на 800 км в довжину і на 100–150 км в ширину (займає 1,5% території США), споживає від $1,7 \times 10^{16}$ до $2,1 \times 10^{16}$ кДж/рік, або $1,5 \times 10^{11}$ – $1,9 \times 10^{11}$ кДж/км² на рік.

Та б л и ц я 1.5

Сучасне і очікуване споживання енергії в США і пов'язане з цим забруднення оточуючого середовища

ПОКАЗНИК	1970р.	1980р.	1990р.	2000р.
Споживання енергії 10^6 кДж/рік	7,1	10	14	20
Викиди твердих частинок в атмосферу при спалюванні вугілля, 10^6 т	5,8	5,1	4,3	4,3
Викиди сірчистих сполук в атмосферу, 10^6 т	27,2	35,9	45,0	53,0

Високий рівень урбанізованості територій призводить до концентрації питомого енергоспоживання на невеликій території та інтенсивного забруднення середовища в обмежених ареалах (табл. 1.5).

1.10. РОСЛИННИЙ ПОКРИВ І ТВАРИННИЙ СВІТ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

Розвиток перших поселень, які згодом переросли в міста, пов'язаний передусім із знищенням лісової рослинності і появою на її місці культурної. О. Бернінгер (1975), аналізуючи зміни природної рослинності в Європі, звертає увагу на розвиток культурного сільськогосподарського ландшафту, якому передували *три етапи винищення лісів*: 1) від неоліту через залізний вік аж до початку середньовіччя, коли ще панує лісовий ландшафт; 2) середньовіччя, коли інтенсивно розвиваються старі і появляються на сусідніх лісових територіях нові поселення. Цей період автор називає періодом експансії, тобто значного витіснення лісів, простори яких все ж залишаються ще значними; 3) кінець середньовіччя, коли на великих територіях між старими і новими поселеннями розкорчовуються ліси, а на їх місці формуються сільськогосподарські ландшафти. Отже, ще до появи капіталістичного способу виробництва ліси в Європі були витіснені сільськогосподарськими ландшафтами. Це можна проілюструвати на прикладі поселень на Львівських землях (Гладилович, 1931).

Капіталістичний спосіб виробництва і розвиток поселень посиляли процес винищення лісової рослинності. Індустріалізація, за словами В.Енгельгардта (1975), щоденно на території ФРН поглинає 70 га сільськогосподарських і лісових земель.

Характерною особливістю урбанізованих територій є те, що на місці рекультивованих кар'єрів, закинутих сільськогосподарських угідь, а також вирубаних лісів з'являються насадження, створені штучним шляхом, часто із використанням завезених із інших країв видів дерев і чагарників.

Природна і штучно створена рослинність приміських лісів і лісопарків, міських насаджень внаслідок сильних техногенних і урбогенних впливів знижують свою життєвість і декоративність, а також санітарно-гігієнічні якості.

Виразеним урбогенним фактором, що негативно впливає на лісову і паркову рослинність, є рекреаційна діяльність мешканців міст. Її наслідком стають так звані *рекреаційні дигресії* лісових ґрунтів, за якими слідує деструкція спочатку трав'яного, а згодом чагарникового і деревного ярусів фітоценозів.

Під впливом урбанізації змінюється не лише структура рослинних угруповань, але і сам рослинний покрив. Причому масово з'являються адвентивні рослини, які формують бур'янові сегетальні (від лат. *segetalis* — зростають серед хлібів) і рудеральні (від лат. *ruderis* — щебінь, сміття) фітоценози. Тому охорона адвентивної рослинності — це фактор оптимізації міських екосистем.

Враховуючи техногенний вплив промислових підприємств і транспорту на сельбищні зони, важливу роль відводять озелененню, а також створенню санітарно-захисних зон. Впорядкуванню міської рослинності, передусім зелених насаджень, сприяє концепція єдиної системи озеленення міст і приміських територій (комплексних зелених зон міст і робітничих селищ в Україні).

“Рекреаційний бум” 60–70-х років привернув увагу до лісів як об'єктів відпочинку. Ліси почали трансформуватися в лісопарки чи народні парки. Якраз ландшафтна організація приміських лісів протистояла згаданій рекреаційній дигресії, оскільки мережа лісогосподарських доріг і стежок спрямовувала стихійні потоки відпочиваючих у бажане русло, в місця, які були менш вразливими для лісових ґрунтів і рослинності.

Зміна лісових, лугових чи болотяних біотопів або заміна їх новими — малоповерхова чи багатоповерхова забудова, промислові зони і транспортні вузли, кар'єри і терикони, парки і сквери, вуличні алеї — не могли не привести до зміни видового складу, характерної для природних ландшафтів фауни. Водночас існуюча міська фауна, яка адаптувалася до нових умов, пристосовується до таких негативних для її розвитку факторів, як дещо підвищена (на 1–2, а деколи 5–7°C) температура повітря, забрудненість атмосфери, “акустичний дискомфорт” тощо.

У містах склалися нові життєдайні ніші для багатьох видів птахів, ссавців, плазунів, комах. Особливістю міст є велика кількість домашніх тварин. За даними К.Н. Благосклонова, в Московській агломерації появилися міські птахи, у деяких порівняно з вихідними формами змінюється живлення, гніздобудівельні інстинкти і поведінка загалом: перелітні птахи стають осілими, влаштовують свої гнізда із найрізноманітніших матеріалів в цілком неочікуваних місцях — дроту, целофану, поролону тощо. Цікавою є така метаморфоза: в містах хижакі часто стають санітарами (живляться на смітниках), а санітари — хижакіми. За даними вченого-зоолога, орнітофауна Москви налічує 177 видів, серед якої такі рідкісні для міст птахи, як дубоніс, костогриз, іволга, чечевиця, жайвір, соловей, сова, сорока, кільчаста горлиця.

Таким чином, міське середовище для існування фауни є цілком особ-

ливим, еволюційно новим для життя будь-яких видів тварин, оскільки всі вони виникли значно раніше до появи міст. І зрозуміло, що не всі види можуть пристосуватися до цих нових умов середовища, особливістю якого є наявність в ньому екотонів — перехідних, проміжних зон між типовими ландшафтами.

Міська фауна стала частиною середовища, яке оточує її мешканців. Якщо взяти до уваги, що в Англії близько 80% населення проживає в містах, то важко переоцінити наявність в них острівків зелені, заселених представниками тваринного світу. Ці острівні ареали, які часто називають екопарками, охороняються державою і місцевою владою.

Німецький зоолог Б. Клауснітцер (1990), який узагальнив дослідження міської фауни в Берліні, Відні, Граці (Австрія), Гамбурзі, Лейпцізі та Саарбюккені (ФРН), Варшаві (Польща), дійшов висновку, що наявність нових, навряд чи існуючих в природі екологічних ніш (особливо з точки зору живлення і структури зайнятого простору), а також кліматичні особливості призвели до незвичайного поєднання факторів і формування особливої фауни. Він виділяє в міській фауні такі категорії: *убіквісти* (від лат. *ubique* — скрізь), *адвентисти* (зайшли види), а також *специфічні угруповання*, пов'язані новими стосунками. Вчений звертає увагу на те, що чимало екологічних параметрів закономірно змінюється від периферії до центру, причому на межі села і міста спостерігається надзвичайне видове багатство, що наводить на думку створення тут природоохоронних територій.



2

ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГІЧНА ОСНОВА МІСТА

2.1. МІСЬКИЙ ЛАНДШАФТ

Розглядаючи ландшафт, варто зупинитися на використанні цього терміна в минулому і в теперішній час, оскільки часто він несе неоднакове смислове навантаження. Термін “ландшафт” (нім. — *Landschaft*) у старонімецькій мові вживали вже у VIII ст. (*Lantschaf*), він відповідає латинським термінам “*regio*” і “*provincia*” або ж “*terra*”. Латинське тлумачення означає простір — політичний, природно-географічний або ж демографічний. У Німеччині у XVIII ст. цей термін часто вживають як економічно-фінансову одиницю — “ландшафт шльонський”, “ландшафт східно-пруський”.

У побутовій мові слово “ландшафт” (краєвид) мало ширше значення, головним чином як носій естетичної цінності якоїсь ділянки Землі (ландшафт Поділля чи ландшафт Полісся). Це поняття розповсюдилося на твори живопису (франц. — *peysage*), вперше появилось у цьому розумінні у 1518 р. і використовується дотепер.

Наприкінці XVIII ст. термін “ландшафт” стає широко вживаним у географічних науках, а в ХХ ст. його використовують з різним понятійним забарвленням. Щоб окреслити береги цього термінологічного потоку, німецькі вчені Г. Бобек і Я. Шмітцзен (1941) “розклали” географічну субстанцію на три шари:

1. Абіотичний шар обіймає явища неживої природи Землі.
2. Вітальний, або життєвий, шар обіймає явища живої природи Землі.
3. Інтелектуальний шар, який тією чи іншою мірою (залежно від культури) впливає на шари живої та неживої природи.

Там, де рівень культури народу високий, формуються культурні ландшафти. Цей підхід нагадує ноосферні уявлення В.І. Вернадського.

Отже, в даному випадку ландшафт розглядається з двох позицій — фізгеографічної і ландшафтно-архітектурної (природної і антропогенної).

Для фізгеографа *географічний ландшафт* — це однорідна за умовами розвитку природна система, основна категорія територіального поділу географічної оболонки (в широкому розумінні синонім природного територіального комплексу будь-якого рангу), що складається із морфологічних частин, або елементів (місцевостей, урочищ, фацій) і компонентів (гірська порода, ґрунтовий шар, гідрологія, клімат, рослинний і тваринний світ тощо). Між компонентами ландшафту відбувається постійний речовинно-енергетичний обмін, який і визначає його структуру. Ландшафти піддаються постійним і незворотним змінам, які зумовлені діяльністю людини.

Для ландшафтного архітектора *ландшафт* — об'єкт гармонійного поєднання природного і антропогенного начал з метою створення культурного ландшафту, догляду за ним.

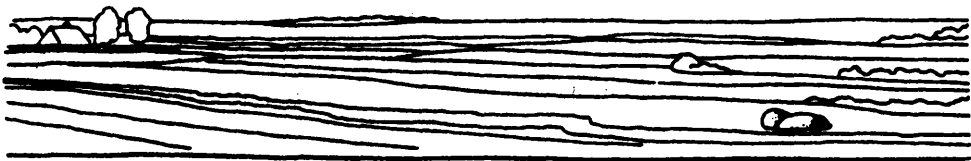
У попередньому розділі детально розглянуто характер і масштаби урбанізації окремих компонентів ландшафтів. Як бачимо, історичні етапи формування урбанізованих територій перетворили природні форми підстилаючої поверхні, змінили контури річкових басейнів, серйозно порушили взаємопов'язані елементи ландшафтів. Складні природні ландшафтні форми поверхні переростали в ансамблі архітектурних споруд з властивими їм штучними формами.

Питання про взаємозв'язок природних і штучних форм є складним і вимагає дуже обережних морфометричних досліджень з урахуванням того, що упродовж багатьох століть відбулося естетико-стильове перетворення компонентів, внаслідок чого загальні їх риси вписались в певні типи ландшафтів і утворили дружні або ж дисгармонійні взаємозв'язки.

З точки зору генезису урбанізованих ландшафтів єдність зовнішніх форм розглядається як категорія культурного ландшафту, яка відповідає певному періоду цивілізації (антропогенної урбанізації).

Друга половина ХХ ст., яка супроводжується різкою концентрацією міського населення і збільшенням темпів росту великих і середніх міст і міських агломерацій, є періодом небувалого витіснення природи, в основному органічних компонентів природного ландшафту (рослинність, тваринний світ, педосфера).

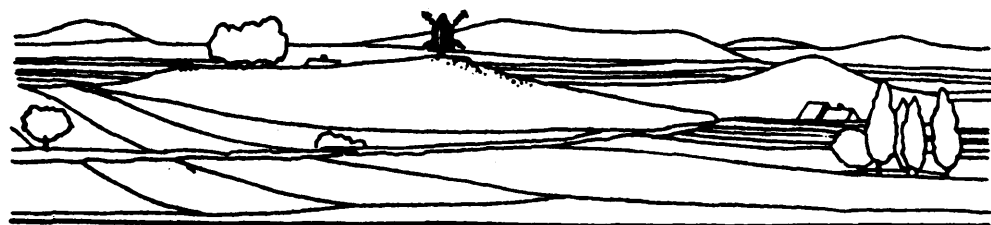
Один із найталановитіших архітекторів ХХ ст., автор знаменитої "Афін-



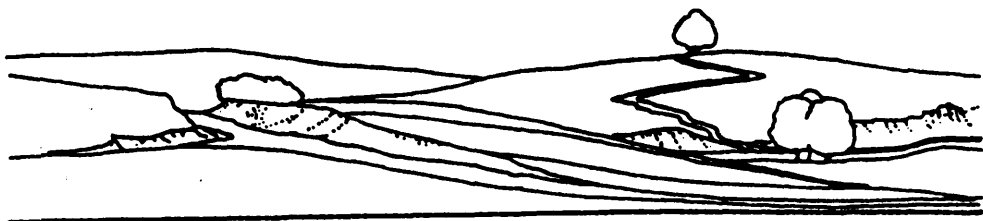
а



б



в



г



д

Рис. 2.1. Форми ландшафту: а — плоский; б — хвилястий; в — пагорбовий; г — горбистий; д — гористий.

ської хартії”, француз Ле Корбюзьє застерігав сучасників, що нинішнє місто заходить в глухий кут, смертельно хворі його легені і його серце. Місто, із жалем відзначає Корбюзьє, не відповідає більше своїй функції — захищати людину і її добро.

В процесі забудови міста найбільше змінюється ландшафт його території. Однак є міста, де “трапляється” декілька ландшафтів, наприклад Львів: Опілля, Розточчя, Мале Полісся, Грядове Побужжя, Львівсько-Подільське горбогір'я, Львівське плато і Львівська котловина, які не так вже й легко “переробити”. Якраз ці природні ландшафти стали основою формування архітектурно-планувальної структури та просторової оптимізації Львова, його художньої виразності і неповторності. Як свідчать дані аналізу, ця різноманітність ландшафтів з їх розсіченим рельєфом і багатством природних умов була і залишається об'єктом інтенсивної урбанізації. Цей процес — це загальна закономірність *урбогенної антропогенізації*.

Літогенна основа, рельєф, ґрунти, клімат, водні об'єкти, рослинний покрив з тваринним світом зазнали докорінного перетворення, хоча регіональні та зональні закономірності розвитку ландшафту залишились майже незміненими. Саме тому особливе значення набуває питання регіональної природно-екологічної гармонії, пошук спонтанних зразків, можливо, форм, які вже хоч і трансформувалися, але зберігають природний вигляд, ландшафтів — плоских, хвилястих, пагорбових, горбистих, гористих, тобто елементів підстилаючої поверхні разом із приуроченими до них рослинними угрупованнями, ґрунтами, водними поверхнями (рис. 2.1). Для досліджень процесів, які відбуваються в міських ландшафтах, необхідно провести глибокий аналіз етапів розвитку минулої і сучасної цивілізацій, щоби на цій основі забезпечити гармонійне поєднання антропогенного і природного начал.

2.2. ГЕНЕЗИС МІСЬКОГО ЛАНДШАФТУ

Генезис міських ландшафтів все більш і більш цікавить науковців усього світу. Вивчення перетворень природного ландшафту у антропогенний на тлі минулих цивілізацій можна звести до таких напрямків:

1) дослідження просторового взаємозв'язку в різні історичні періоди розвитку міста;

2) встановлення співвідношення між порушеними і непорушеними компонентами ландшафту та виникаючими в зв'язку з цим диспропорціями їхнього розвитку;

Типи ландшафтів і форми підстиляючої поверхні з точки зору генезису урбанізованого ландшафту
(за Водігаловські та ін., 1981)

Домінуючі ґрунти і типи ландшафтів	Типи ландшафту і форма підстиляючої поверхні (природи – II, штучна – III)				Естетико-стильове перетворення ландшафту	Сторіччя	Стан екологічної рівноваги
	плаский	хвилястий	горбистий	гористий			
Первіснообшинний	II	II	II	II	Раннє середньовіччя	X-XIII	Гармонія
	збиральна	II	II	II			
	мисливська	II	II	II			
	скотарська	II-III	II-III	II-III			
	примітивізаційно-землеробська	II-III	II-III	II-III			
	II-III	II-III	II-III	II-III			
Землеробська культурний	в період цивілізації	середньовіччя	II-III	II-III	Раннє середньовіччя	X-XIII	Гармонія
			II-III	II-III			
			III-II	III-II			
			III-II	III-II			
			III-II	III-II			
			III-II	III-II			
Промислова культурний	в період цивілізації	нова	III-II	III-II	Середньовіччя Ренесансове Барокове Класичне Романтичне	XIII-XVI XVI-XVII XVII-XVIII XVIII-XIX	Гармонія Гармонія Гармонія Гармонія Порушена
			III-II	III-II			
			III-II	III-II			
			III-II	III-II			
			III-II	III-II			
			III-II	III-II			
Промислова цивілізація	індустріалізація, урбанізація	III-II	III-II	Еклектичне	XIX-XX	Порушена	
		III-II	III-II				

3) аналіз впливу перетворених ландшафтів на рівень екологічної рівноваги.

Встановлення критеріїв перетворення природного ландшафту вимагає проведення історико-генетичного групування, яке б відбивало вплив домінуючих цивілізацій і видозміни стосовно кожної суспільної епохи (табл. 2.1). Природний ландшафт пройшов три стадії розвитку: первісну, натуральну і культурну (табл. 2.2). Кожна із цих стадій має внутрішні особливості розвитку. Нинішній ландшафт перебуває в стадії еволюції і оціняють його тільки майбутні покоління. Тому зупинимось детальніше на генезисі сучасного ландшафту.

Т а б л и ц я 2.2

Форми і типи міського ландшафту (за Bogdanowski та ін., 1981)

Типи ландшафтів	Специфічність форм ландшафтів	Форми покриття	Естетичне (стильове) перетворення ландшафту
Первісний	Плоский Хвилястий Горбистий Гористий	Виключно природні	
Натуральний	Плоский Хвилястий Горбистий Гористий	Природні і частково штучні	Форми примітивні (народні)
Культурний	Плоский Хвилястий Горбистий Гористий	Штучні і частково природні	Ландшафт: середньовічний бароко класичний індустріальний

Первісні ландшафти трапляються сьогодні дуже рідко. Це невеликі включення в інші, антропогенізовані ландшафти, які вимагають особливої охорони. Вони є наслідком впливу виключно природних факторів. Тривалість взаємодії елементів первісного ландшафту забезпечила йому високу стійкість і естетичність.

Натуральний ландшафт — це перший етап перетворення людиною первісного ландшафту, характеризується домінуванням природних елементів над антропогенними. Первісний ландшафт на шляху до натурального змінювався інтегровано за стадіями розвитку цивілізації з певною хронологією: *збиральна, мисливська, скотарська і, нарешті, примітивна сільськогосподарська, цивілізація.*

Збиральна цивілізація розвивалася на великих малозаселених просторах і не вимагала осілого способу життя. Мисливська цивілізація, як і збиральна, помітно не змінювала ландшафти. В цей період з'являються

поблизу водоймищ поселення рибалок з їх особливим способом життя і характерним виглядом примітивної забудови.

Скотарська цивілізація розвивалась залежно від стану первісного ландшафту — рівнинного чи гірського. Поселення скотарів являли собою анклав серед первісного ландшафту і мали свої специфічні риси: наявність кошар, огорожі і т.п.

Примітивна землеробська цивілізація відрізняється незначним впливом на лісовий покрив, який часто спалюють, а на його місці створюють невеликі поселення з декількох дворів, мешканці яких обробляють поля. Появляються перші сліди комунікацій — дороги, які ведуть на поля, та велика дорога, що об'єднувала поселення. Натуральні ландшафти можна ще зустріти у віддалених місцевостях Полісся і Карпат, які не мають статусу заповідання і охорони.

Культурний ландшафт формується на місці первісного, або натурального, ландшафту. Культурним ландшафтом називають такі новоутворення, в яких здійснені людиною зміни можуть утримуватися тільки її силами, і, головне, коли людська діяльність відповідає характеру природного середовища і законам його розвитку (Арманд, 1966). У протилежному випадку утворюються акультурні ландшафти, які появляються там, де людина внаслідок неусвідомлених дій або у корисних цілях порушує природну рівновагу складних фітоценозів, зумовлюючи тим самим тривалі, прогресуючі зміни.

Культурні ландшафти можна розподілити на *сільськогосподарські, міські урбанізовані та індустріальні*. Така генетична послідовність характерна для ландшафтів сучасних великих міст.

В табл. 2.3 у спрощеному вигляді наведено взаємозв'язок суспільно-економічного розвитку міст із формами і стилем міського ландшафту.

Т а б л и ц я 2.3

Форми і стилі міського ландшафту (за Bogdanowski та ін., 1981)

Домінуючі цивілізації	Форма ландшафту (що виникає із способу господарювання)	Стиль (що виникає із естетичних уявлень)
Первіснообщинна Землеробська	Рання середньовічна Середньовічна	Середньовічний Бароко Класичний Романтичний
Промислова (індустріальна, урбанізована)	Сучасна	Модерний

Розглянемо, користуючись літературними джерелами, генезис міської історичного ландшафту європейських міст, головним чином східної Польщі й західної України, пов'язаних спільною долею історичного розвитку.

ЛАНДШАФТ РАНЬОГО СЕРЕДНЬОВІЧЧЯ (X—XIII ст.)

У цей період панує первісний лісовий ландшафт. Як правило, його натуралізація відбувається в процесі освоєння родючих земель заплавл річок і лісів однодворовими господарствами або общинами невеликих поселень, поля яких мають вільне розміщення і розділені між собою лісовою і чагарниковою рослинністю. Між поселеннями і полями утворилися стежкові розгалуження та мережа зовнішніх доріг.

Феодалний устрій, а також християнство значно вплинули на формування вузлових населених пунктів, домінуючих над місцевістю. Таким чином постають міста, які є не лише місцем концентрації феодалної влади, але й осередком, куди стікається народ.

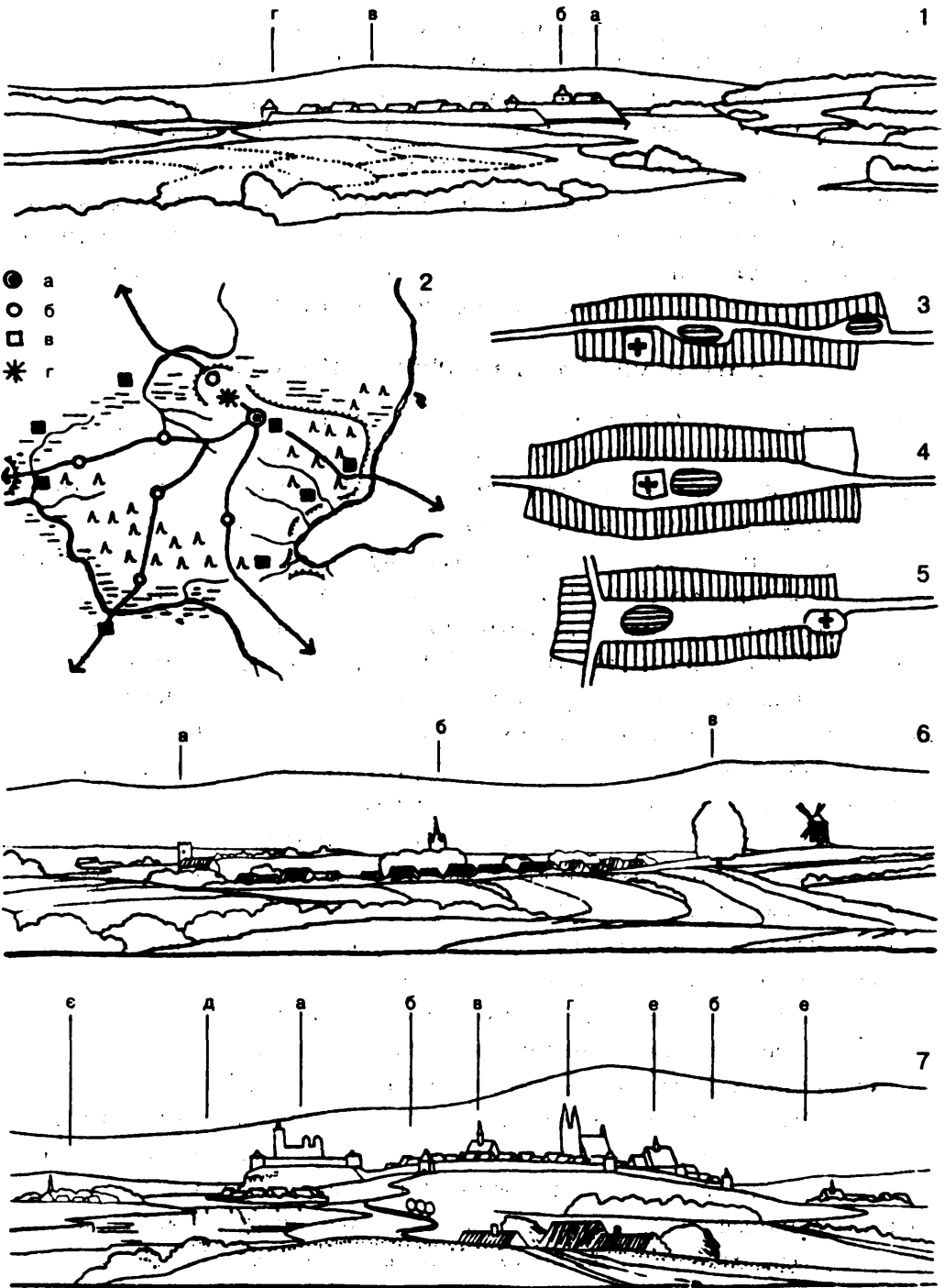
Забудова міст прив'язується до характеру місцевості. Коли вона горбиста, то центри міст формують на горбі, якщо плоска — на штучному насипі. Так виглядають старовинні західноукраїнські міста — Белз, Галич, Звенигород і, нарешті, Львів.

Ландшафт перетворюється непомітно, крім випадків риття захисних ровів і насипів земляних валів. Зменшується поверхня лісів, заростей, степів і лук за рахунок збільшення площі оброблюваних земель і нових поселень, а також забудови міст.

Головними елементами композиції стають домінанти у вигляді церкви, що височить над місцевістю, та розташованих на підвищеннях садиб феодалів і монастирів із ставками й садами.

Ставши центрами влади, міста розвивають мережу комунікацій, влаштовують кордони (як правило, ними стають ріки, гірські хребти, болота і т.п.).

На рис. 2.2,А (за Bogdanowski та ін., 1979) зображені різні схеми формування ландшафтів міст і сіл раннього середньовіччя: 1 — місто (а) з міською каплицею (б) і передмістям (в) з тодішнім рільничим ландшафтом з нерегулярним поділом на лани (г); 2 — мала адміністративна одиниця з осередком влади (а), селами (б), з мережею головних доріг (в), кордонами між якими часто служать заболочені долини і ріки, незручні для переходів; 3 — типовий план села з розширенням центральної вулиці для розміщення ставу; 4 — село на овальному плані з типовим централь-



А

Рис. 2.2. Ландшафт раннього середньовіччя (А).

ним вигоном, на якому розташовані церква, цвинтар і ставок; 5 — село з планом у вигляді видовженого прямокутника, на якому бачимо церкву і став; 6 — середньовічне село, де в ландшафті характерні домінанти становлять: замок (а); церква з кладовищем (б), де поблизу села промислові об'єкти — вітряк на узгір'ї і млини. Характер полів нивовий. На межі села капличка і дерево (в); 7 — середньовічне місто, де в ландшафті є замок на пагорбі (а), який оточують мури, вежі з брамами (б), а також ратуша (в) і церква (г), класичні мури без веж (д). Нижче міста — передмістя з каплицею і шпиталем, промислове помістя (е) і приміське село (є).

ЛАНДШАФТ СЕРЕДНЬОВІЧЧЯ (XIII—XVI ст.)

У Середньовіччі натуральний ландшафт змінюється з такою швидкістю, що появляються перші закони про охорону пуш і рідкісних видів тварин ("Руська правда" Я. Мудрого, ухвали Б.Хмельницького, ватажків Гетьманщини та Малоросійські закони).

Натуральний ландшафт поступається культурному, в якому виділяються сільськогосподарський і міський ландшафти. Сільськогосподарські землі поділяють на ниви і лани площею приблизно 25 га. Наприклад, Львів у XIV ст. одержав "привілей" в 100 ланів і розподілив їх між знатними громадянами по два-три лани на кожного. Лани включали також лісові ділянки, часто на їх території виникали дрібні садиби.

Села формують свою планувальну структуру, вже рідко трапляються одноворові поселення. Місто, як і село, оточене сільськогосподарськими землями, але відрізняється від останнього великою територією забудови, огорожею, земляними валами і водними ровами. Міста і села з'єднуються розгалуженою мережею доріг.

Водночас із зростанням влади феодалів і духовенства збільшується вплив міського самоуправління, яке виявляється у виникненні поряд з церквою або костелом іншої домінанти, що відбиває світську владу — будинок міської управи (ратуші) з баштою та міською площею.

Міські ландшафти Середньовіччя зображені на рис. 2.2,Б (за Bogdanowski та ін., 1979): 1 — багатошляхове місто з нерегулярним планом забудови (Хоїна, Західне Помор'я); 2 — міський ландшафт з малою чашуйкою із замкнутою перспективою та церквою (Старград, Костел Св. Яна); 3,4 — міський ландшафт (Гданськ); 5 — міський ландшафт з ринковою площею, на якій ратуша та на передньому плані колодязь; 6 — оборонна система міста з природними елементами ландшафту — річкова (а), підвищення, покриті лісом і скелями (б), зміцнені лінією замків (в), що протяглися вздовж головної дороги.

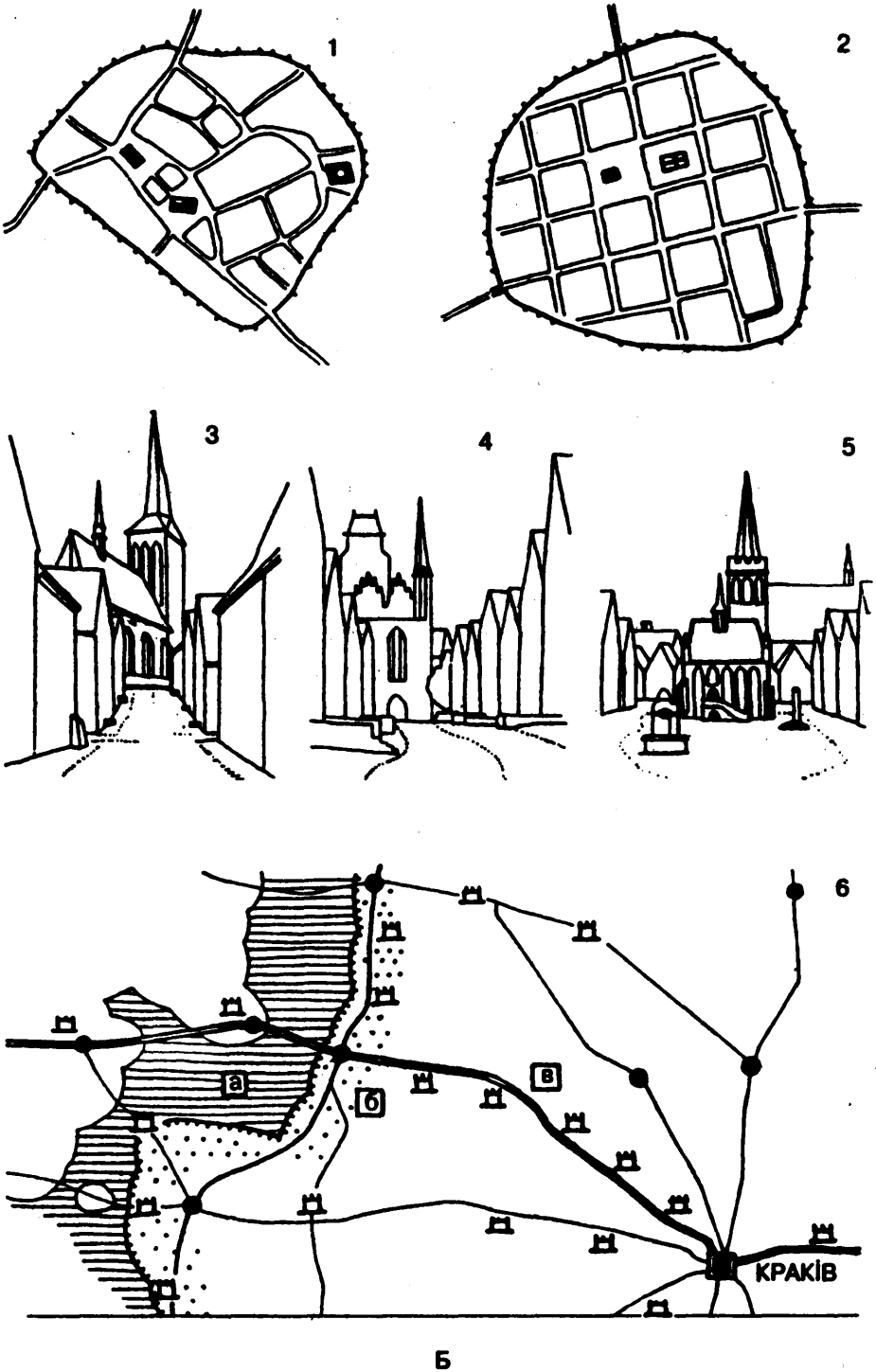


Рис. 22. Зображення середньовічного міста (Б).

Символом самоуправління в міському пейзажі стає “садове дерево”, біля якого збирались мешканці міста для обговорення громадських справ. Феодальну владу символізують замкові споруди із баштами та бастионами. Вплив влади на зміни в ландшафті залежить від економічних можливостей і соціально-політичної ситуації.

У цей період ландшафт перетворюється в основному за рахунок терасування угідь, які розвивалися на схилах, пересування ґрунту в зв'язку з будівництвом захисних ровів і валів, а також появи підземних комунікацій — водопроводу.

Натуральна підстильна поверхня в місцях інтенсивного господарювання починає зникати. Замість природних лісів повсюди з'являються штучні утворення — сади, городи, поля.

Ліси знищували не тільки з метою збільшення площі орних земель, але й для розширення поселень. Наприклад, у лісовій північно-західній околиці Львова вирубки велись з метою розселення там втікачів від татаро-монгольських нападників. У 1452 р, зокрема, викорчований приміський Брюховицький ліс, де поселились біженці із південно-східних околиць Львова. За даними І. Гладилевича (1931), протягом XV—XVII ст. (1450—1600 рр.) на львівських землях кількість лісів і боліт зменшилась за рахунок виникнення нових поселень з 45,95 до 43,99%, а кількість поселень — з 496 до 659 (табл. 2:4).

Таблиця 24

Розвиток поселень і ландшафту на львівських землях

Роки	Площі лісів і боліт		Кількість поселень (сади і присілки)	
	км ²	%	Загальні	на 100 км ²
Близько 1450	4214,4	45,95	496	5,41
1578—1600	4034,8	43,99	659	7,18
1780—1800	3698,8	40,33	813	8,86
1910—1921	2110,4	23,00	1040	11,34

У ці роки розростаються поселення біля Луцька, Рівного, Тернополя, Ужгорода і Чернівців.

І. Крип'якевич (1964), який вивчав топоніміку старовинного Львова, вказує на існування в давні часи лісових урочищ, назва яких дійшла до наших днів: Дубинка, Грабинка, Березинка, Вільшанка, а також колишніх згарищ — Вигари, Опалянка.

У цей же період довкола Тернополя виникають поселення з назвами, які відбивають породний склад вирубаних лісів — Великі Бірки (від “бір”), Велика Березовиця. Та й назва самого Тернополя, як свідчать літературні джерела, походить від лісостепового “тернового поля”. Відсутність лісів дов-

кола Тернополя пов'язана не тільки з розширенням площі під орні землі, але й з частими пожежами, спричиненими татарами-монголами (1544, 1575, 1589, 1616, 1621, 1626 рр.). Для відновлення міст і сіл потрібно було багато деревини, що призвело до вирубки все більших і більших площ лісів. Широкого розповсюдження в цей період одержало створення ставків.

Об'єктами планування і вмілого розміщення стають архітектурні домінанти: ратуші, церкви і костели, монастирі. Вражає раціональне використання земель. Наприклад, Львів, що розбудовувався в заболоченій заплаві р. Полтва, зайняв усього 50 га землі. Місто "за мурами" є зразком майстерності композиційних архітектурних рішень Середньовіччя. Тому вся ця частина сучасного міста оголошена урядом України заповідною і взята під опіку ЮНЕСКО.

Цей період розвитку характеризується появою у двориках знаті і монастирів декоративних садів типу парадизів, а також гербаріїв, розаріїв, аптечних городів і т.п., які свідчать про надання важливого значення естетичному началу в ландшафтній композиції Середньовіччя.

Місто з його феодалною і міською владою утворює організаційні структури з визначеною ієрархією підпорядкованості. Розвивається мережа великих доріг, які ведуть до столичних міст, і менших, що зв'язують торгові міста. Адміністративні межі прокладаються не лише природними елементами ландшафту, але й часто закріплюються відповідними знаками.

Починається відокремлення від міст і сіл садиб феодалів. У передмістях появляются перші промислово-ремісничі утворення.

ЛАНДШАФТ ПЕРІОДУ РЕНЕСАНСУ (XVI-XVII ст.)

На рубежі XIV—XV ст. у Західній Європі виникає нова архітектурна система — Відродження (ренесанс). Одним із основних моментів Відродження була відмова від каркасної конструкції готики і перехід на нову конструктивну систему, просту, економічну і досить гнучку, яка багато в чому полегшила працю архітектора. Це була система споруд з цегляними стінами і склепінням (коробовими, хрестовими, зімкнутими, парусними, сферичними, купольними), в яких частково використовувалося дерево (балкові конструкції перекривть поверхів і краї похилих дахів). Цегляні конструкції покривалися облицювальною штукатуркою або каменем, в тому числі і мармуром. Для ренесансу характерною є надзвичайна увага не до культових, а до світських споруд — громадських будівель, палаців, міських будинків (рис. 2.3).

Характерною особливістю цього періоду є збільшення кількості садиб і угідь феодалів, що часто супроводжувалось вирубкою лісів. На окраїнах

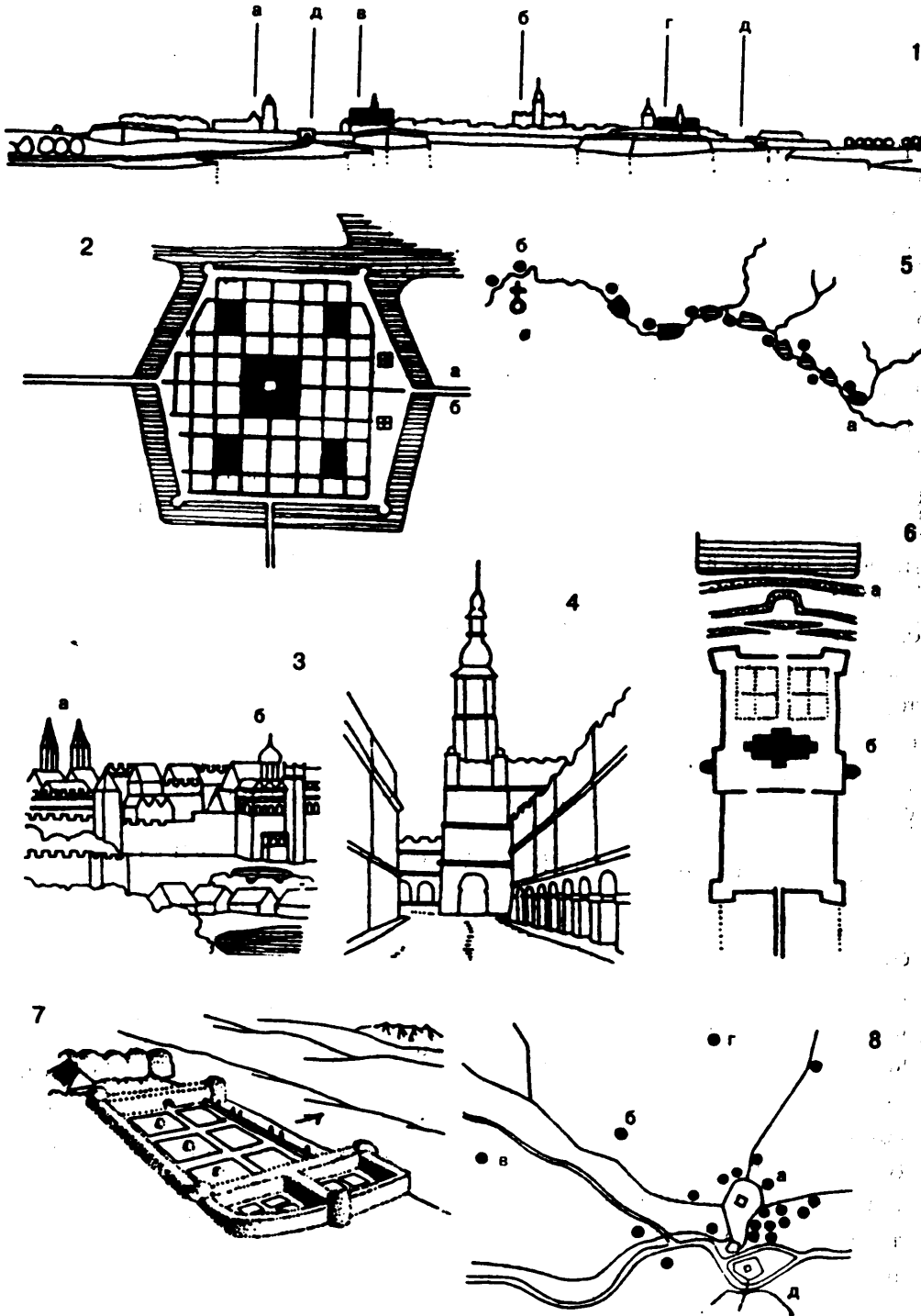


Рис. 23. Місто періоду ренесансу.

міст з'являються фільварки — садиби багатих міщан, часто колоністів. Наприклад, у Львові — стан Лютчена (Личаків), Клеппера (Клепарів), Зоммерштейна (Замарстинів), Гульдберга (Кульпарків), Ательмайєра (Майорівка). Починає формуватися промисловий ландшафт.

Багато міст, в тому числі Львів, Рівне, Тернопіль, Станіслав (Івано-Франківськ), одержують магдебурзьке право. Міста ренесансу в Західній Україні розвиваються в період реформації і занепаду католицької церкви, що стримує будівництво в них костелів.

У панорамі міста з'являються палаци молоді буржуазії, в передмістях її представники будують вілли. Промисловість, яка робить перші кроки, використовує водяну енергію, а тому вздовж водотоків з'являються млини, шкіропереробні та паперові виробництва, широкого розповсюдження набувають вітрові млини.

Як і в попередні періоди розвитку, перетворення ландшафту торкається здебільшого фортифікаційних споруд. Продовжує зменшуватися площа лісів. Ущільнюється внутрішня забудова. Збільшується площа, зайнята під забудовою в передмістях, що свідчить про поширення урбанізаційних процесів на приміське довкілля.

У двориках палаців і в приміських віллах під впливом італійського стилю з'являються регулярні сади, вписані в навколишній пейзаж: горбогір'я, ліс або міську панораму.

Навколо середньовічних міст виникають нові утворення — садиби магнатів і шляхти. Це фактично самостійні міста з підпорядкованими їм селами, власними комунікаціями. Однак стародавні міста, особливо Львів, розширюють свої економічні і торгові зв'язки. Допомогає цьому досить розвинута мережа доріг.

Характерні міські ландшафти часів ренесансу зображені на рис. 2.3 (за Bogdanowski та ін., 1979): 1 — схема ренесансового міста Замосць. Місто сконцентрувалося довкола двох головних елементів: замку (а) і ратуші (б). Субдомінантами виступають симетрично розташовані костели (в, г). Замикають внутрішній простір, створюючи єдине ціле, оборонні мури із брамами (в, д); 2 — схема плану ренесансового міста Томашова. Планування регулярне з двома осями, ринком і чотирма площами, костелом і церквою (а, б). Замикають міський простір фортифікації з великими водяними ровами; 3 — зміни міського ландшафту Кракова: довколо костела Св.Андрія шеренга нових будинків, з характерними для часів ренесансу вежами, куполами, аттиками і лоджіями; 4 — міський ландшафт. Вулиця замкнута вежею ратуші; 5 — промислові підприємства на річці Бобри в Свєнтокшиських горах від Загнанська (а) до Самсонова (б); 6 —

типовий палацовий комплекс з фортифікаціями (а), парком (б), 7 — італійський регулярний сад в Могилянках візуально зв'язаний з Бескидськими і Татранськими краєвидами; 8 — розташування приміських вілл та садів поблизу Кракова XVI—XVII ст.: а — Краків, б — Лобзув, в — Воля Юстовська, г — Преднік, д — Казімеж.

ЛАНДШАФТ ПЕРІОДУ БАРОКО (XVII—XVIII ст.)

Наступний період розвитку західноєвропейської архітектури в XVII, XVIII і на початку XIX ст. у стилістичному плані можна розподілити на два великі періоди чи епохи — бароко і класицизм.

Стиль бароко (від італ. *barocco* — химерний) — наслідок еволюції стилю Відродження. Основними його ознаками була підвищена і підкреслена монументальність, репрезентативність, які зумовлювали відчуття незвичності і неочікуваності. Ці емоційні відчуття збуджувала архітектурна пластика споруд. Період бароко визначив перевагу складних криволінійних форм у планах і фасадах споруд, активно використовував скульптурні і архітектурно-декоративні мотиви. Фасади немовби “заступали” основну частину будівлі.

В епоху Відродження поряд із розквітом усієї культури розвивається і декоративне садівництво. Створюються декоративні парки, які увійшли до скарбниці світового паркового будівництва, зокрема, такі шедеври паркового будівництва, як китайські сади XVI ст. (флорентійський парк Боболі, сади Колонна і Форнезі у Римі, парк біля вілли д'Есте).

В італійських парках, які звичайно мали невеликі розлогі, широко використовувалося розмаїття рельєфу, багатство рослинності, а також різні декоративні прикраси. Організація італійських парків в єдине ціле досягалась звичайно розміщенням палацу або цілої декоративної споруди на пагорбі. Спуски у вигляді терас, сходів або алей, прикрашених фонтанами і декоративними малими архітектурними формами, розташовували на головній осі парку.

В цей період зменшується питома вага сільськогосподарського ландшафту за рахунок сільської та палацової забудови (рис. 2.4). Родючих земель не вистачає, тому починають освоювати неугіддя: чагарникові зарості, крутосхили і перезволожені ділянки. Середньовічні міста перенаселені, переущільнені, приміські землі забудовуються стихійно і хаотично. Міста продовжують зміцнювати свої фортифікації, зводять нові бастіони. Подальше зміцнення влади магнатів і шляхти, а також процес реформацій при одночасному послабленні центральної влади відбива-

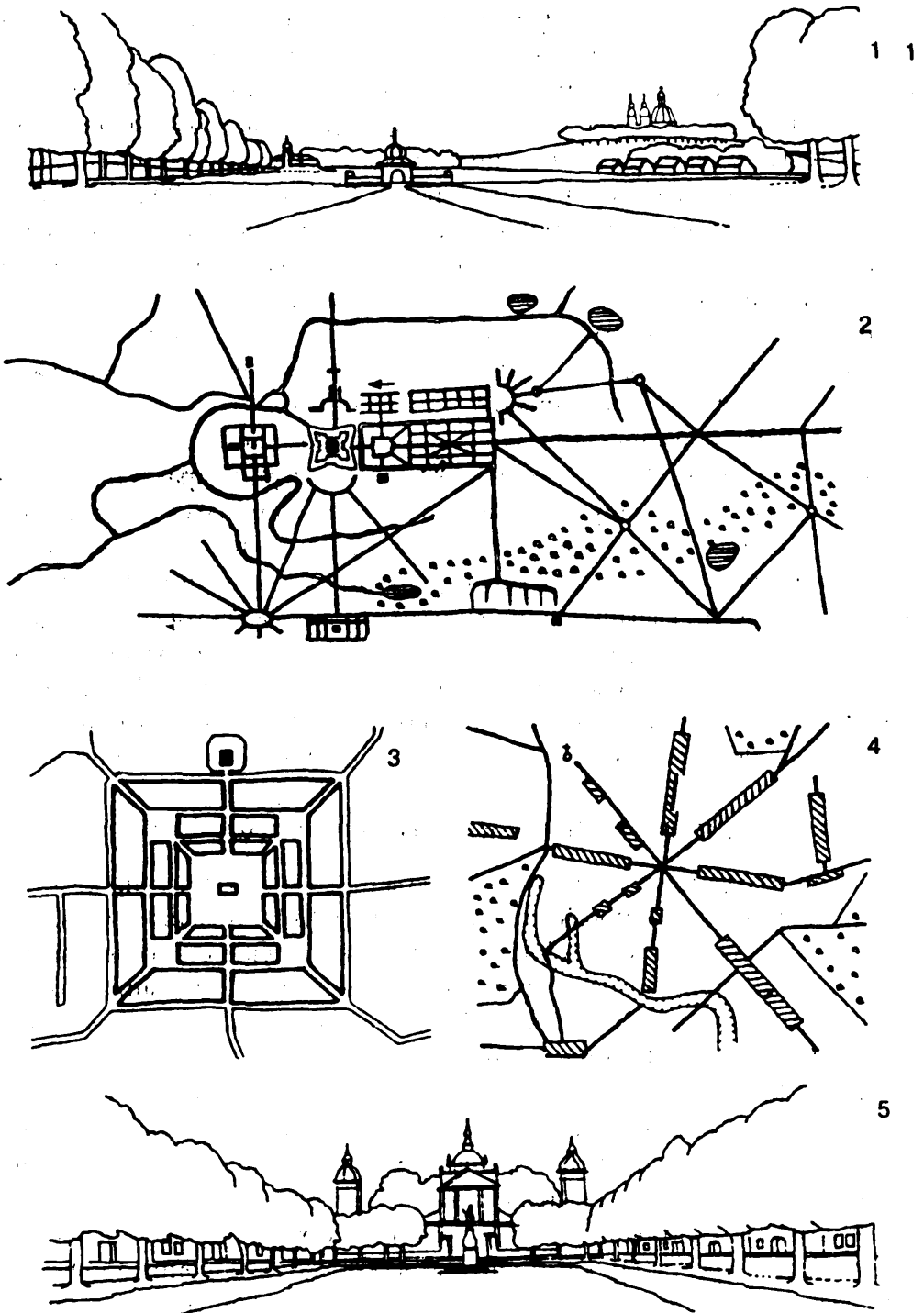


Рис. 24. Місто періоду бароко.

ються на сільському ландшафті: здійснюються барокові силуети костелів і палаци знаті з бастіонами, фортифікаціями і парками. Спостерігається сповільнення розвитку промислового ландшафту і навіть його регрес.

Другий поділ Польщі у 1772 р. призводить до роз'єднання західноукраїнських земель, які потрапили під владу Австро-Угорщини (Львів, Тернопіль, Станіслав, Чернівці, Ужгород) і Росії (Луцьк, Рівне). Губиться функція міста-фортеці. Наприкінці XVIII ст. руйнуються кам'яні захисні мури, засипаються водяні рови, розрівнюються земляні вали. На вчорашніх оборонних земляних валах утворюються бульвари й алеї.

Витіснена в минулому сільським господарством лісова рослинність відновлюється у вигляді культурної у палацових парках із зоопарками та різними рослинами, пов'язаними із ландшафтом.

Епоха бароко залишила після себе досить помітний слід (рис. 2.4) (за Bogdanowski та ін., 1979): 1 — відкритий ландшафт з характерними елементами у вигляді палацу, костела, каплиці з алеєю. Сільська забудова не відіграє жодної ролі в цьому ландшафті; 2 — план багатопросторової композиції парку у Рудзині. Замок (а) є центром композиції. Вісцю з ним пов'язане місто (б) і французький парк (в). Приміський краєвид не відіграє суттєвої ролі; 3 — план міста Фрампола пов'язаний з оточуючим ландшафтом радіальними дуктами (алеями); 4 — план села Новосольна у вигляді зірки; 5 — ландшафт міста Тикоціна; ринок з пам'ятником гетьману Гарнецькому і будівлею костела із симетричними дзвіницями.

ЛАНДШАФТ ПЕРІОДУ КЛАСИЦИЗМУ (XVII—XIX ст.)

Класицизм (від лат. *classicus* — зразковий) — це повернення до античної спадщини як до норми та ідеального зразка. Класицизм виник в Італії, яка стала центром ідейно-теоретичних пошуків становлення архітектури та мистецтва нових принципів. Саме в Італії, головним чином у Римі, були зосереджені основні пам'ятки античності, які протягом століть не переставали впливати на архітекторів.

Найвизначнішим твором епохи класицизму стала церква Св. Жене-в'єви в Парижі, спроектована у 1756 р. Пізніше вона була перероблена у Пантеон — місце захоронення визначних людей Франції, що надало цьому комплексу ще більш класичного характеру. Об'ємна композиція Пантеону розвиває ідею центрально-купольної споруди, що має в плані вигляд грецького хреста. Простий і чіткий в об'ємному рішенні, з красивим коринфським портиком і неповторним силуетом Пантеон є однією із споруд, що визначає обличчя лівобережної частини Парижа.

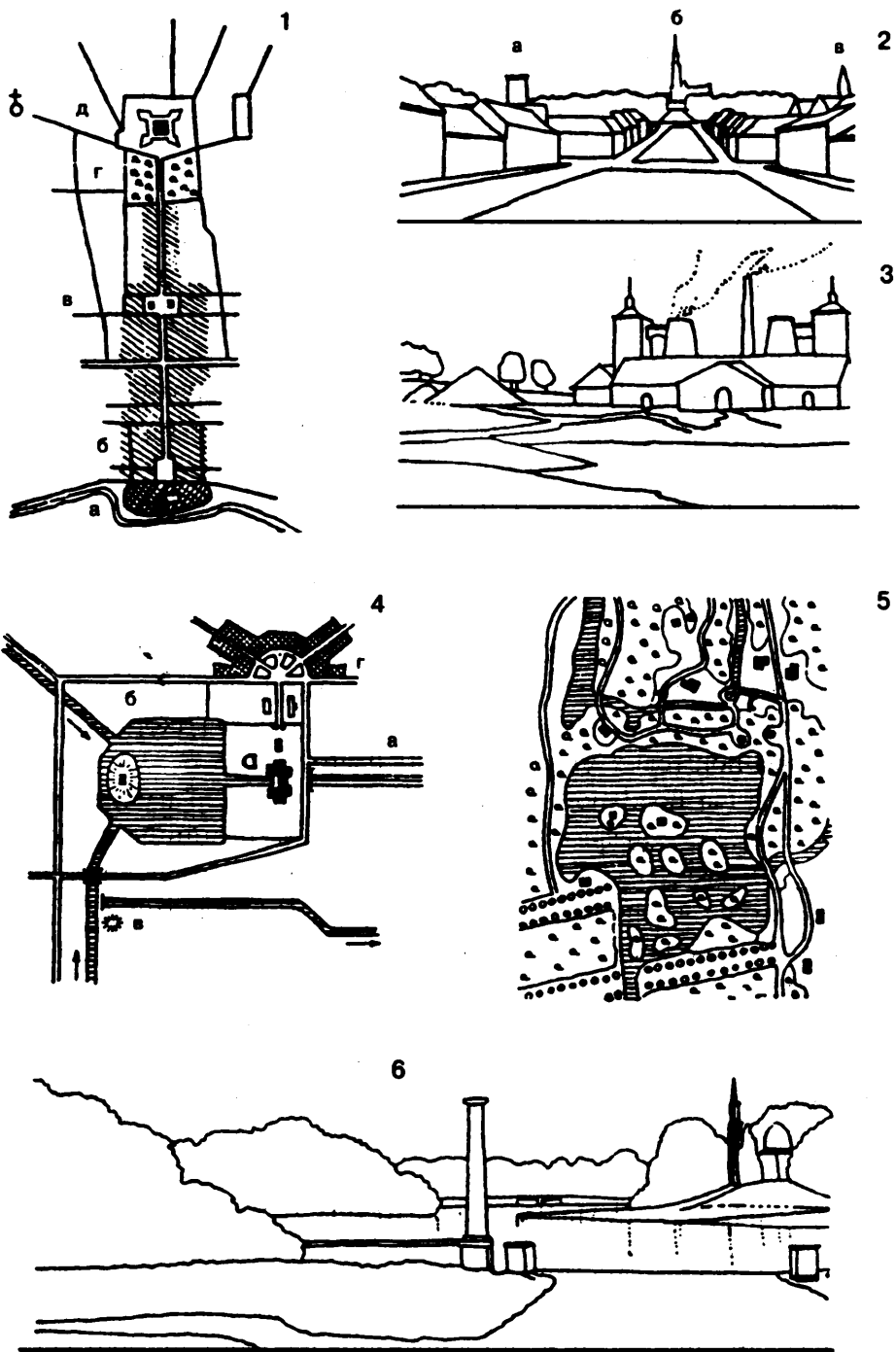


Рис. 2.5. Схеми міст чеків калксімізму.

У цей період розвиток сільськогосподарського і міського ландшафтів стабілізуваня. Відбувається удосконалення регулярного планування, створюються замкнуті перспективи. На локальних територіях виникає промисловий ландшафт (рис. 2.5). Тут відбуваються інтенсивні зміни природи: вирубуються ліси, терасуються схили, розробляються кар'єри, залишаються заболочені ділянки, значні території забудовуються промисловими будівлями і житлом, силует промислових споруд нагадує палаци. Водночас регулюються ріки, споруджуються дамби та штучні водойми, з'являються ознаки агресивних компонентів ландшафту: ярів, зсувів.

Зростає площа забудованих територій як в місті, так і в передмісті. Внаслідок інтенсифікації сільського господарства на приміських територіях практично зникають лісові насадження. Водночас наприкінці ХІХ ст. у містах починається будівництво парків, бульварів і алеї, що покращують міське середовище. Внаслідок промислового будівництва великі ділянки землі стають невжитковими.

Характерним для цього стилю є композиційна вісь, яка єднає весь архітектурно-планувальний комплекс. Нові міста будуються у регулярному стилі, а старим в процесі перебудови також надаються ознаки регулярності. Просторові зв'язки не отримують особливого розвитку і залишаються такими, якими були і раніше: промисловість використовує старі дороги. Поява поштових доріг веде до їх благоустрою, обсадки деревами.

На рис. 2.5 (за Bogdanowski та ін., 1979) зображені плани міст часів класицизму: 1 — ландшафт міста Ченстохова з композиційною віссю, яка з'єднує старе місто (а) з костелом (б), перетинаючи площу з ратушею та парк; 2 — площа у Ченстохові з ратушею (а) та монастирем (б) на головній вісі, а також костелом (в), що замикає вісь ратуші; 3 — промисловий ландшафт. Гута Ожеше (близько 1840 р.) з будівлями у вигляді палацу; 4 — промисловий ландшафт Нетуліско: водяний млин (а) із збірником води (б), системою каналів (в, г) та поселенням (д); 5 — фрагмент англійського парку Александрія в Сідельцях; 6 — романтичний пейзаж у Кошельцу з мінаретом над ставом.

ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ЛАНДШАФТ (ХІХ—ХХ ст.)

Розвиток європейської архітектури у першій половині ХІХ ст. характеризується поступовим відходом від класицизму в бік еkleктизму — суміші архітектурних стилів. Для декорування утилітарної забудови (житлових будинків, контор, фабрик, вокзалів, портових споруд) часто використовують мотиви із готики, Відродження, бароко та класицизму.



В XIX ст. панують дві форми господарювання: землеробство і промисловість. Перша форма господарювання розвиває традиції вмілого поєднання раціонального з естетичним: такими є сільські пейзажі з полями, садами, галями, перелісками. Друга розвивається стихійно, без урахування можливостей ландшафту і естетичних потреб, починаючи загрожувати іншим формам господарювання — сільському, лісовому, водному.

Панування капіталістичного способу виробництва веде до експлуатації природних ресурсів та інтенсивної урбанізації міського ландшафту. В сільському ландшафті внаслідок ліквідації кріпосництва утворюються шахова і шматкова нарізки полів.

Слід відзначити, що й соціалістичне виробництво не використовувало можливостей планового господарства, внаслідок чого процес урбанізації у багатьох випадках ще більше змінив природний міський і приміський ландшафти. Інтенсифікація колгоспного і радгоспного сільського господарства призвела майже до повного розорювання земель, витіснення ареалів природної рослинності, а отже, до знищення типових для цих місць зооценозів.

Якщо на минулих етапах розвитку промисловість розташовувалась фрагментно, займаючи місця, наближені до джерела енергії (води) або місць розробки сировини (кар'єри), то тепер вона починає захоплювати більші території, змінюючи тим самим повністю фізіономію і геохімію натурального ландшафту. З появою залізниці, а згодом автомобільного транспорту збільшується площа, зайнята під комунікаційними поверхнями, зростають викиди транспорту, погіршується стан повітряного басейну. Ріки і річки, які використовують для скидання промислових і комунальних відходів, перетворюються в каналізаційні колектори і їх забруднені води скидають вниз за течією. Продовжується винищення лісів. На міських територіях створюються штучні зелені насадження, для чого використовуються незручні малопродуктивні землі, які вийшли із землекористування і промислової експлуатації.

Як в місті, так і в його приміській зоні, починаючи з кінця минулого століття, зростає площа мертвої підстилаючої поверхні. Внаслідок розширення площі плоских гладких (асфальтованих, бетонних, кам'яних, металічних) поверхонь зростає кінетика стоку дощових і талих вод, збільшуються території еродованих земель. З'являються виражені девастовані ландшафти кар'єрів, причому часто в центрі міста або в приміській зоні (рис. 2.6).

Приміські села та селища вбирають в себе урбаністичні елементи. Нові житлові квартали у вигляді мікрорайонів втратили характерні для

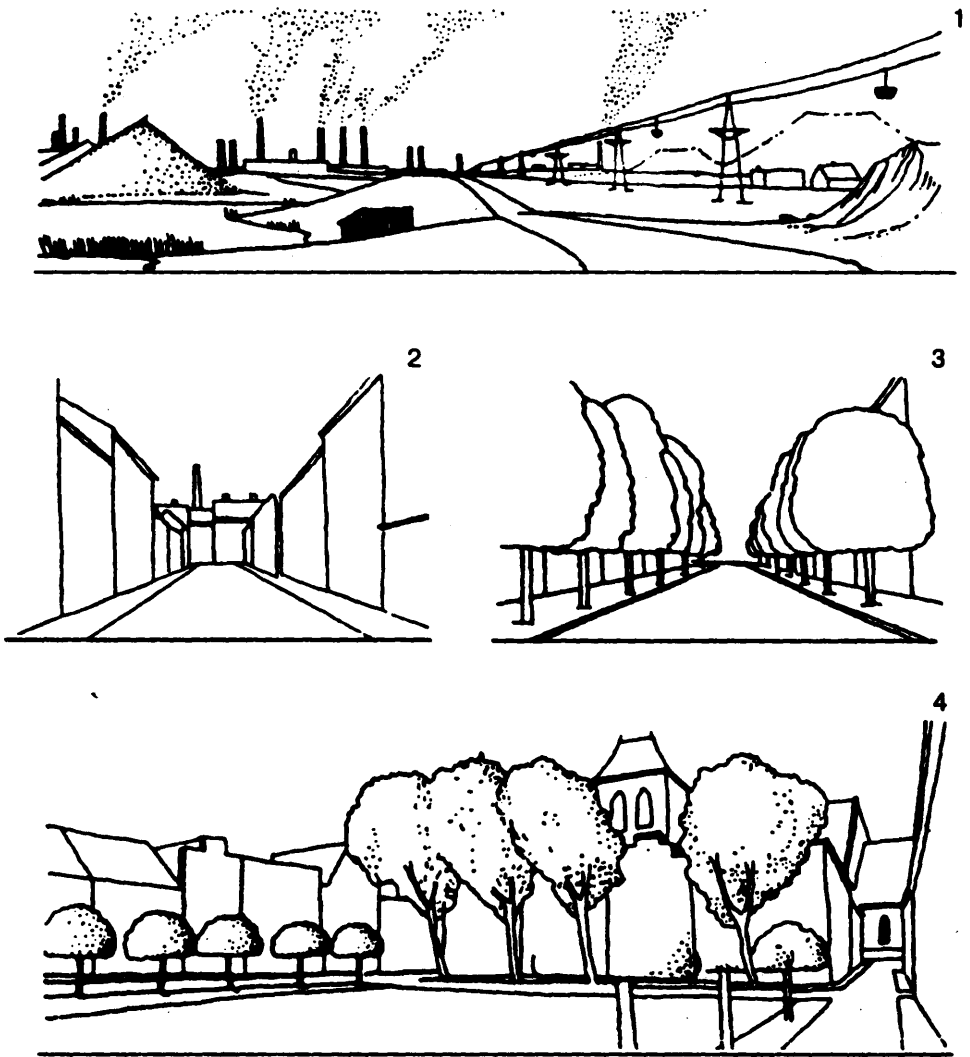


Рис. 2.6. Сучасний індустріальний ландшафт.

старих кварталів міста “олюднене” середовище: сади і сквери. Утворюються міжбудинкові озеленені території, “притиснуті” висотними спорудами.

На рис. 2.6 показаний сучасний індустріальний ландшафт (за Bogdanowski та ін., 1979): 1 — фізіономія сучасного індустріального ландшафту, який характеризується не лише просторовим хаосом, але й марнотратством природного довкілля; дегенерації краєвиду. Тут ушкоджуються не лише земля, але й вода і повітря; 2 — індустріалізація викликає урбаніза-

цію. Повністю нові поселення і міста. Єдине, що вдається зробити — забезпечити нарізку простих вулиць і формальну лінію забудови, а також більш-менш індивідуалізувати вигляд; 3 — єдиним з небагатьох урбаністично-естетичних заходів є створення рівних алейних посадок; 4 — повний естетичний підхід шляхом впровадження елементів сецесії, зокрема вмілого аранжування рослинною матеріалу (Ринок у Луцьку).

Крупні міста як адміністративні центри використовують історичні зв'язки — економічні, господарські, культурні, а також комунікації, які краще благоустроюються. Зростає кількість міського населення (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Ріст населення м. Львова

Століття, рік	Кількість, тис.	Століття, рік	Кількість, тис.
XII-XIV ст.	2-3	1910	210
XV ст.	8 (разом з передмістям)	1921	219
Кінець XVI ст.	16-18	1940	430
1648	30	1941	299
1795	39	1959	441
1820	46	1970	554
1840	68	1979	667
1857	70	1987	767
1869	87	1989	793
1880	100	1997	близько 800

В останні десятиліття внаслідок створення філіалів підприємств у малих містах простежується процес децентралізованої урбанізації периферійних територій. Емісії міської промисловості та промислові стоки все більше забруднюють навколишнє середовище приміських регіонів.

2.3. ДИНАМІКА МІСЬКОГО ЛАНДШАФТУ

Аналізуючи генезис ландшафту міста, можна зробити такі три головні висновки:

1. Культурний ландшафт є продуктом господарської діяльності людини. На формах ландшафту відбиваються *рівень людської цивілізації, суспільно-економічні відносини й естетична думка того чи іншого періоду суспільного розвитку.*

2. Зміни ландшафту відбуваються внаслідок трьох головних причин, які можуть діяти одночасно або окремо: а) *стихийні* — спонтанність забудови, характерна, наприклад, для індустріалізації кінця минулого і

початку нинішнього століття, яка й дотепер має стихійний характер; б) *функціональні* — пізнавальне цілеспрямоване перетворення ландшафту з урахуванням інтересів господарської діяльності та об'єктивних потенційних можливостей ландшафту; в) *естетичні* — відповідає естетичним потребам і нормам, існуючим в суспільстві.

3. Послідовність зміни типів ландшафтів може бути прогресивною і регресивною. Розвиток ландшафту має послідовний характер: первісний—натуральний—культурний. Культурний ландшафт не може відразу відновитися в натуральний. Спочатку він має пройти стадію культурного гармонійного ландшафту, а тільки після цього можна створити натуральний ландшафт.

Сучасні ландшафти регіональних урбанізованих територій можна було б згрупувати в окремі типи з характерними контурами. Найбільшою одиницею вважають систему басейнових елементів, виділених за принципом територіально-генетичної однорідності. Кожний із типів вирізняється порушенням ареалу, їм відповідають різні форми рельєфу з неоднорідним субстратом, притаманні їм внутрішні морфологічні структури, подібні за ступенем розвитку.

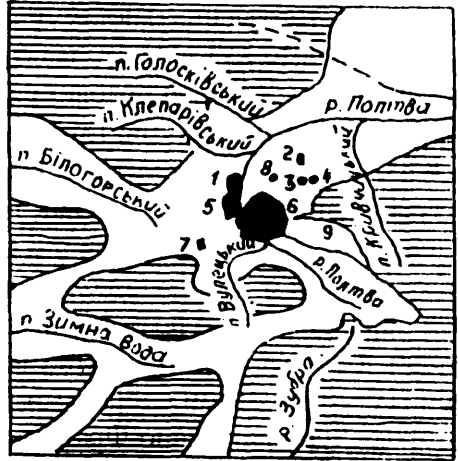
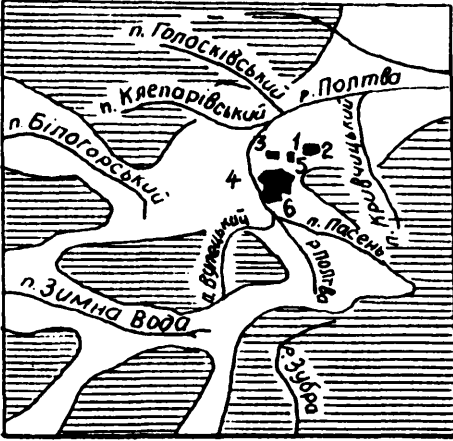
Стосовно генезису рослинного покриву слід відзначити, що кожна епоха відрізняється як руйнівними, так і відновлювальними антропогенними модифікаціями, кількісними показниками приросту біомаси залежно від біогенних умов місцезростання.

Починаючи з пасовищного періоду до природних морфологічних контурів ландшафту поступово приєднуються штучні елементи. І все ж основні риси земної поверхні повністю зберігаються, зберігається і основний набір едифікаторів, що регулюють екологічний режим (дубові, букові, соснові, чорновільхові ліси). Розвиток поселень, головним чином міст, вносить значні зміни передусім у басейнову організацію природного ландшафту.

Наприклад, наприкінці XIII ст. територія, на якій розташований нижній Львів, являла собою систему річкових веслоподібних потоків до головної річки — Полтви, зокрема, потоки Кривчицький, Пасіка, Вулецький, Клепарівський, Голосківський. Вони стікали з територій, покритих лісовими масивами (рис. 2.7). Стік самої річки Полтви, яка несла свої води до Західного Бугу, був приурочений до безлісної водороздільної території. Другу систему стоків утворювали притоки Дністра, представлені потоками Білогорським та Зимна Вода. Третя система була сформована стоком річки Зубри — притоки Дністра. Центральна частина міста забудовувалась у підніжжі останцевої гори Високий Замок, на якій до 1340 р. існувала княжа дерев'яна фортеця.

Кінець XIII ст.

Друга половина XVII ст.



1. Високий Замок
2. Гора Альпа
3. Краківське передмістя
4. Краківські ворота

5. Галицькі ворота
6. Галицьке передмістя



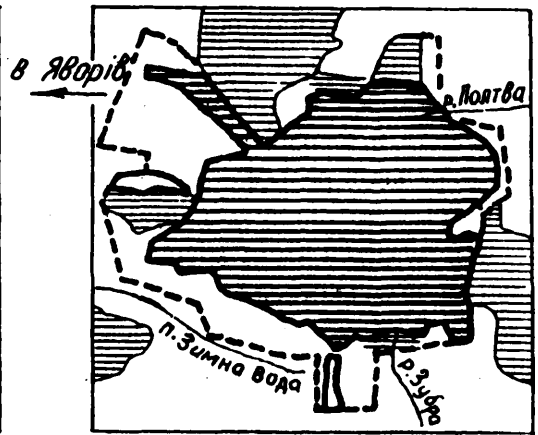
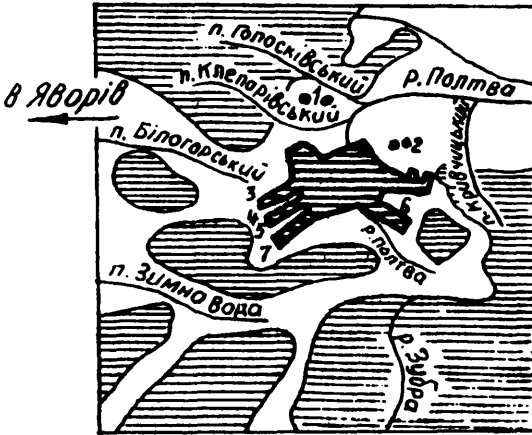
1. Клепарів
2. Жааківське передмістя
3. Високий Замок
4. Гора Альпа
5. Краківське передмістя

6. Галицьке передмістя
7. Юрська гора
8. Галицьке передмістя
9. Личаків



Кінець XIX ст.

1988 р.



1. Клепарів
2. Високий Замок
3. Левацївка
4. Богданївка

5. Сигнївка
6. Погулянка
7. Кулярків



Ліси, парки

Сучасний контур міста

Рис. 2.7. Динаміка урбанізації території м. Львова (за А.В.Гаврилюком, Р.І.Сассом, 1989).

Період гармонійного зв'язку природних і штучних форм ландшафту, як і в усіх тогочасних містах, у Львові існував аж до настання нової цивілізації, тобто XVI–XIX ст., включаючи епохи ренесансу, бароко, класицизму і романтизму. У другій половині XVII ст. були забудовані Клепарівський, Жовківський, Краківський, Глинянський, Галицький, Личаківський райони, Юрська гора. Будівництво продовжувалось в долинах річок і струмків із збереженням лісових масивів і лише в районі потоку Вулецький їх площа різко скоротилась. Корінні перетворення поверхневих форм ландшафту сталися з XVIII ст., коли в естетико-стильовій композиції розпочався період пишного розквіту архітектурних об'єктів, декорованих скульптурою, а також влаштування регулярних садів, в тому числі із складними гідротехнічними спорудами. На територіях, зайнятих нині містами Ужгород, Чернівці, Івано-Франківськ, рівень гармонійності природного ландшафту практично не порушився, що було пов'язано із збереженням природної річкової осі — Ужа, Арута та Бистриці.

У Львові в зв'язку з забудовою центральної частини міста (пізніше через будівництво Оперного театру) була проведена штучна переорієнтація русла річки Полтви з повними змінами гідрорежиму заплавлених ландшафтів без залучення додаткових заходів. Одночасно скоротилися лісові масиви в басейнах Клепарівського, Голосківського та Кривчицького потоків. У нижньо-терасовому ярусі Полтви побудовані житлові квартали, ансамбль яких доповнювався закладкою парку (нині парк ім. Ів. Франка), який відзначається багатством видового складу рослин і мальовничими групами дерев, що збереглися дотепер. Будинки вписувались у терасову місцевість під визначеним кутом для оптимального використання значних перепадів рельєфу. З середини XVIII ст. проводилось штучне терасування поверхні із виконанням значних обсягів земляних робіт.

Формуються типи місцевості із вираженими сельбищними, промисловими, сільськогосподарськими та рекреаційними ландшафтними комплексами. Кожний тип місцевості відрізняється гармонійною єдністю, специфікою сукцесійної перебудови екологічних режимів. Здійснювалось як горизонтальне, так і вертикальне планування форм, передусім природні ґрунтові горизонти заміняли штучними з порушенням природних режимів підземних і поверхневих вод, зникали рослинний покрив і тваринний світ.

Кожний із культурних типів ландшафтів характеризується переважанням штучно-природних форм підстилаючої поверхні, де екологічний режим за ступенем і характером змін типізується на *сельбищно-житловий*, *сельбищно-промислово-індустріальний*, *сельбищно-транспортно-шляхо-*

вий, сельбищно-лісонарковий. У кожному конкретному випадку відзначаються антропогенні та супутні їм екзогенні зміни формування кар'єрів, западин, курганів, горбів, насипів, що не могло не призвести до зміни едафічних факторів. У сельбищно-житловому, сельбищно-промисловому, сельбищно-транспортному типах ландшафтів у зв'язку із складністю контурів рельєфу в окремих випадках створюються конфліктні ситуації стосовно характеру використання кожної із функціональних територій. Особливу проблему створюють диспропорції забудованих і незбудованих територій, а точніше — вегетуючих і мертвих підстилаючих поверхонь, що пов'язано з умовами водозабезпечення, кліматичною комфортністю, забезпеченням населення зеленими насадженнями.

Виділення у містах типів урбаністичних ареалів є важливим моментом робіт, які включають створення науково-методичних основ досліджень процесу трансформації ландшафтів і їх компонентів.

Сучасна функціонально-типологічна організація ландшафтів багатьох міст пов'язана з інтенсивною забудовою приміських територій. Створення однотипних житлових масивів веде до посилення антропогенної контрастності з природною палітрою ландшафтів.

Отже, досліджуючи генезис компонентів ландшафту урбанізованих територій, пізнаємо ступінь динаміки їх розвитку, що особливо важливо при розробці перспективних містобудівельних планів (табл. 2.6).

Вибір критеріїв оцінки ступеня несприятливої трансформації компонентів базується на принципі співвідношення балів: за 0 балів береться природний взаємозв'язок між компонентами ландшафту, тобто ландшафт не порушений або майже не порушений; 0–1 балів — має місце порушен-

Т а б л и ц я 2.6

Оцінка генезису компонентів ландшафту Дна Львівської котловини, бали

Періоди антропоізації (урбанізації)	Рельєф	Гідрологічний	Кліматичний	Ґрунто- вий	Рослинність				Тваринний світ
					лісова	степова	луна	болотна	
X-XIII ст.	0	1	0	1	0	0	1	0	0
XIII-XVI ст.	0	1	0	1	0	0	1	0	0
XVI-XVII ст.	0	1	0	1	0	0	1	0	0
XVII-XVIII ст.	1	2	0	2	1	0	2	1	1
XVIII-XIX ст.	2	3	1	3	2	1	3	1	1
XIX-XX ст.	4	5	3	5	4	3	5	3	3
20-30 р.р. XX ст.	5	6	4	7	6	5	6	4	5
30-50 р.р. XX ст.	7	6	6	7	8	7	7	5	7
50-70 р.р. XX ст.	9	8	7	9	8	9	8	7	8
70-90 р.р. XX ст.	10	10	8	10	10	10	9	10	9

ня окремих компонентів, але примітивна технічна озброєність не дала змоги порушити взаємозв'язки; 2–3 бали — техногенний вплив збільшується покомпонентно; 4–5 балів — помітне порушення компонентів ландшафту, перетворення досягає 25–30% при збереженні природного самовідновлення; 6–7 балів — перетворення становить 50%. Освоюються всі компоненти, порушуються природні зв'язки між ними, окремі компоненти потребують охорони; 8–9 балів — вплив урбанізації досягає 70–80%, відбувається повна перебудова окремих компонентів з порушенням ходу природних процесів. Відновлення потребує значних затрат і великого проміжку часу; 10 балів — компоненти повністю втягнені в процес господарського перетворення. Антропогенна діяльність вплинула на всі природні процеси. Зворотний локальний і регіональний зв'язки проявляються через рухливі компоненти ландшафту.

Перетворення компонентів ландшафту можна представити як коефіцієнт динаміки, де $K_L = (K_{L2} - K_{L1}) / K_{L2}$, тут K_L — коефіцієнт зміни динаміки ландшафту стосовно ступеня зміни компонентів; L_2 — стан динамічної рівноваги на період $n+1$; L_1 — стан динамічної рівноваги за період n . При співвідношеннях $K_{L1} : K_{L2} : K_{L3} : K_{L4} \dots K_{Ln}$, що відбиває ступінь компонентного перетворення, процес спрямований на урівноваження динамічно і функціонально стійкого стану, яке досягає свого максимуму при n , і навпаки, при $n+1$ процес рівноваги буде відрізнятися посиленою нестійкістю, тобто коли сума функціональних покомпонентних перетворень у динамічному розвитку ландшафтів буде залежати від величини балу перетворення.

Кожний із типів ландшафтних комплексів характеризується індивідуальним коефіцієнтом динамічної рівноваги (плоскі, горбисті, хвилясто-гористі) залежно від участі в енергетичному балансі речовини й енергії. На тлі генетичної єдності ландшафту прослідковується формування антропогенних морфологічних (типологічних) елементів з іншим характером динамічного розвитку, форм поверхні, з іншим типом вологи та дренажу, механічного складу ґрунтового покриву.

Динаміка антропогенного рельєфу виражається через $K_R = (R_2 - R_1) / R_2$, де K_R — коефіцієнт зміни висотних відміток в умовах визначених (плоских, хвилястих, інших типів) ландшафтів; R_2 — стан на період $n+1$ динамічної рівноваги рельєфу в умовах окремих типів; R_1 — стан на період n . Співвідношення $K_{R1} : K_{R2} : K_{R3} : K_{R4} \dots K_{Rn}$ відбиває тимчасовий аспект інерційної взаємодії речовини і енергії внаслідок зміни інтервалів висот. Зміна висотних відміток ландшафтів урбанізованих територій приводить до трансформації гідрологічного режиму. В ході історичних етапів перетворення, на-

приклад заплавлених ландшафтів в умовах лісостепу, відбувалося зниження рівня ґрунтових вод, яке призвело до ксерофілізації ґрунтового покриву, а на терасах посилилось опідзолення і виутюгування ґрунту.

Штучне переривання річкового стоку в межах басейнів зумовлює порушення рівноваги кожного із типів ландшафтів, що веде до послаблення вертикальних взаємозв'язків і проявляється передусім в зростанні енергії ерозійних процесів і площинного змиву. Зміна динамічної рівноваги гідросистеми в горизонтальному і вертикальному прояві виражається через коефіцієнт $K_{11} = (H_2 - H_1) / H_2$, де K_{11} — динамічна зміна гідрорежиму в визначених типах ландшафтів басейнових систем; H_2 — стан гідродинамічної рівноваги на період $n+1$, H_1 — стан гідродинамічної рівноваги на період n . Співвідношення $K_{111} : K_{112} : K_{113} : K_{114} \dots K_{11n}$ відбиває наростаючу різницю інтервалів, що супроводжується порушенням водовмісної поверхні і характеризується змінами теплової енергії і мінеральних речовин. Розірваний ланцюг кругообігу води в історико-генетичному інтервалі негативно вплинув на формування річкового стоку.

Денудаційно-аккумулятивна активність, як наслідок порушення режиму стоку, призводить до руйнування ґрунтового покриву. Оскільки різні типи ландшафтів мають різні водо- і повітряно-циркуляційні властивості, коефіцієнт динамічної рівноваги ґрунтового покриву визначають через $K_p = (P_2 - P_1) / P_2$ — видозмінений варіант модифікації земної поверхні (її літогенної основи), де K_p — коефіцієнт зміни маси і властивостей ґрунтового покриву залежно від морфологічної рівноваги поверхні і ґрунтоутворюючих процесів; P_2 — стан на період $n+1$; P_1 — стан на період n . Співвідношення $K_{p4} : K_{p2} : K_{p3} : K_{p4} \dots K_{pn}$ виражає історико-генетичний характер трансформації елементів земної поверхні з визначеним поєднанням ґрунтового покриву (тип, ступінь гумусованості) внаслідок горизонтальної і вертикальної диференціації речовини й енергії.

Розглянуті вище приклади трансформації компонентів урбанізованих територій в історичному аспекті відрізняються порівняно стійким станом термодинамічних умов, на тлі яких і витримується спонтанно-регіональний взаємозв'язок розвитку. В діапазоні умов, характерних для земної поверхні, вони попадають під вплив вертикальної будови атмосфери і горизонтальних приземних потоків повітряних мас.

Внаслідок динаміки таких кліматичних показників, як температурний, радіаційний і вітровий режими, вологість, прозорість повітря, альbedo, коефіцієнт динаміки кліматичних умов розглядається як $K_k = (K_2 - K_1) / K_2$, де K_k — коефіцієнт зміни кліматичних умов, створених внаслідок порушення висотних позначок земної поверхні та зміни характеру підстила-

ючої поверхні, особливо у великих містах і промислових центрах. Показник K_2 — стан клімату (мікроклімату, мезоклімату) на період $n+1$; K_1 — стан на період n . Співвідношення $K_{K1}:K_{K2}:K_{K3}:K_{K4} \dots K_{Kn}$ відбиває фізичні властивості атмосфери, в першу чергу зміну циркуляційних ефектів, турбулентності та інших процесів, характерних для сучасного етапу розвитку корінної трансформації. Навіть з окремих кліматичних параметрів, які формуються на урбанізованих територіях, можна судити про появу локальних кліматичних контрастів та різних типів мікроклімату.

Беручи до уваги, що серед багаточисельних трансформацій енергії особливе місце посідають процеси утворення біомаси, важливого значення набуває питання про ступінь змін рослинного покриву. Якщо вважати біосферу компонентом ландшафту, за В.І. Вернадським, до неї також належить верхня частина земної кори, тобто та частина, де проходить активне життя організмів (включаючи нижню частину атмосфери, гідросферу і літогенну основу). Як виявляється, в кожному із типів ландшафтів, які попали в сферу антропогенної діяльності, відбулося порушення їньої структури і динаміки: трансформуються лісові, степові, лучні та болотяні типи ландшафтів, що, як правило, призводять до зменшення біомаси. Це означає, що співвідношення оптимальної рівноваги перебуває на висхідній стадії розвитку, де зворотний взаємозв'язок природним шляхом може не відновитися. При цьому коефіцієнт трансформації в кожному із типів ландшафтів з лісовими, степовими, лучними, болотяними або водними угрупованнями буде залежати від функціональних механізмів переносу речовини і енергії.

Зміни в стані рослинного покриву можна виразити як $K_{Fs} = (F_{s2} - F_{s1}) / F_{s2}$, де K_{Fs} — коефіцієнт перетворення рослинності (лісової, лучної, болотяної і т.п.); F_{s2} — стан на період $n+1$; F_{s1} — стан на період n . Співвідношення $K_{Fs1}:K_{Fs2}:K_{Fs3}:K_{Fs4} \dots K_{Fsn}$ відбиває динаміку трансформації рослинності, яку можна відобразити через змінену лісопокриту площу чи величину біомаси або ж через зміну біорізноманіття.

Сучасне завдання оптимізації структури і динаміки лісових, лучних, болотяних і водних угруповань на урбанізованих територіях полягає у виявленні спонтанних режимів, проведенні на цій основі функціонального зонування з одночасним конструюванням культурфітоценозів, які б відповідали екологічним і естетичним потребам.

2.4. ІСТОРИКО-СТИЛЬОВІ ОСОБЛИВОСТІ ОЗЕЛЕНЕННЯ

Відбитки рослин на камені, які нам залишила первісна людина, дають підставу стверджувати, що їй було властиве почуття радості і естетичного сприйняття, породжене красою природи. Вона використовувала рослини не тільки як джерело їжі, але і для прикрашання свого побуту. Озеленення в містах від їх зародження і до сьогодення представлено двома напрямками: городнім утилітарним і декоративним садівництвом. Часто ці напрямки доповнюють один одного, виконуючи одночасно дві функції — утилітарну та естетичну. Реалізація цих двох функцій була і залишається двигуном акліматизації і інтродукції рослин в озелененні.

Декоративне садівництво зародилося на Сході — у Вавилоні, Ассирії, Стародавньому Єгипті. Архітектурно-планувальні, естетичні й екологічні принципи садівництва були закладені вавилонцями й ассирійцями. Стародавні Греція і Рим з їх благодатним кліматом започаткували утилітарне — городнє садівництво (города, сади й ягідники).

Слід наголосити, що екологічними передумовами озеленення був спекотливий (пустельний, напівпустельний) клімат Стародавнього Сходу. Деревні рослини мали тут давати тінь і прохолоду, створювати комфортні умови. Такі насадження можна було створювати лише за умов зрошування. Тому перші плани розбивки зелених насаджень мають таку ж, як і канали, регулярну форму з прямокутним і симетричним розташуванням рядових посадок.

Садівництво у стародавніх народів вважалося заняттям знаті і часто пов'язувалося з уявленням про вершину людського достатку. Стародавні перси, наприклад, свої сади називали парадизами, тобто раєм, і їх посадку вважали священним заняттям.

Вирощування декоративних садів зумовило потребу розширення асортименту рослин за рахунок чужоземних видів. Ассирійський цар Тілат Палассар залишив такий запис: "Я взяв дерева ці, які при царях — батьках моїх ніхто не садив. Я взяв і посадив їх в садах землі рідної. Ще я привіз дорогоцінні лози садового винограду, яких у нас до того не було, і збагатив мої сади землі Ашгурової".

Перський цар Кір (590–529 рр. до н.е.) і його нащадки велику увагу приділяли декоративному садівництву і, зокрема, озелененню доріг. Головні дороги, які з'єднували столицю з віддаленими провінціями, обсаджували плодовими деревами. А парадизи, які влаштовувалися персами, часто займали величезну площу. Наприклад, у одному з таких парадизів,

створених Кіром молодшим (400 р. до н.е.), влаштувалися військові ігри та утримувалася велика кількість звірів.

Одним із семи чудес світу в людській пам'яті залишилися "сади Семираміді" (ім'я цариці Ассирії, кінець IX ст. до н.е.), створені у Вавилоні і описані стародавнім істориком Діодором Сицилійським. Вони являли собою ряд терас у вигляді піраміди, що підтримувалась гігантськими колонами. Основа цієї піраміди — квадратний фундамент, кожний бік якого мав 140 м завдовжки. Для сполучення між терасами влаштувалися сходи. Воду з річки, що протікала біля підніжжя саду, піднімали насосами по трубах, прокладених у колонах, на верхню терасу. Звідси вода стікала вниз мальовничими каскадами та фонтанами і використовувалася на зрошення насаджень. Дерева, чагарники і квіти висаджували на зовнішніх галереях (рис. 2.8).

Цариця Клеопатра (69–30 рр. до н.е.) — остання цариця Стародавнього Єгипту — уславила себе надзвичайно пишними садами. Розбивка єгипетських садів, як і перських, була строго прямолінійною (рис. 2.9). Алеї, рабатки і квіткові клумби, виноградники, водні басейни, відкриті павільйони були пов'язані в єдиний композиційний вузол. Широко використовували бочкові культури. Сади прикрашали люпин, конвалії, маки та волошки.

В Біблії читаємо розповідь про староіудейські сади. В сьомій главі "Книги царства" і "Пісні пісень" наводиться опис царського саду в Стародавній Іудеї. Сад цей прилягав до палацу, росли у ньому пальми, кипариси, гранати, виноград. Цар Соломон (X ст. до н.е.) вирощував різноманітні декоративні та городні культури, захоплювався трояндами. До речі, сади з троянд влаштували і в центрі Єрусалиму, а довкола кріпосної стіни росли пишні плодові сади. Стародавні арабські сади мали в основному регулярну форму, але тут траплялися також ділянки овальної та еліпсоїдної форм, що наближає їх до вільного пейзажного планування. В садах використовувались декоративні водойми, фонтани.

Помітний слід в історії садово-паркового мистецтва залишив Стародавній Китай. Відомо, що за 150 років до н.е. пекінські сади простягалися по колу на 370 км. Наприклад, у садах царя — засновника династії Цін (247 р. до н.е.) було зібрано близько 3000 видів і різновидів дерев. Китайські сади влаштувалися з використанням пейзажної розбивки. В них влаштувалися штучні водойми, канали, різноманітні павільйони і будівлі, містки через канали, арки, галереї, тераси, кам'яні набережні. Сади потопали в квітах, в них не змовкав спів птахів. Будівництво декоративних садів набуло настільки великого розмаху, що загрожувало сільському господарству, вело до зростання податків.



Рис. 2.8. Вавилонський висячий сад.



Рис. 2.9. Древнеегипетський сад.

Залишилися сліди садово-паркового будівництва і в Південній Америці. Знаменитий сад, який чимось нагадував вавилонські сади, було створено в Мексиці поблизу міста Тацкіцанко. Він був влаштований на терасах конусовидної гори. Тераси з'єднувалися між собою велетенськими сходами із 320 сходин, вирізаних із гладенького граніту. Вода надходила до гори за допомогою потужних насосів і каскадами спадала донизу. Цей сад був відомий ще в XV ст. У стародавній Мексиці на великих озерах влаштовувалися сади у вигляді плаваючих островів.

Найповніше відображені в доісторичній літературі мистецтво озеленення Стародавніх Греції та Риму. Помітний слід залишив в своїх поемах Гомер (XIII ст. до н.е.).

В "Одісеї" Гомера, легендарного давньогрецького поета, описується сад царя Алкінода:

*Був за широким двором
чотирьохдесятиний багатий
Сад, обрисений звідусіль високою огорожею.
Росло там багато дерев плодоносних,
гіллястих, широковершинних.
Яблунь, і груш, і гранат, золотими плодами тицими.
Два там струмки було: один обтікав, звиваючись,
Сад, а другий перед самим порогом царевого палацу
Світлим струменем біг, і громадяни
з нього черпали воду.*

У V–IV ст. до н.е. в Афінах уже було два публічних сади: один поблизу Академії, де викладав Платон, другий неподалік Ліцею, де своїх учнів, так званих "перипатетиків", вчив Аристотель. Цю назву вони одержали за переважне навчання на повітрі під час прогулянок. Сади було влаштовано з використанням правильного регулярного планування, дотримання строгої симетрії. Прямолінійні алеї та доріжки прикрашали статуї, фонтани, пам'ятники, колони. В садах часто влаштовувалися піщані арени для гімнастичних вправ. А дерева (пальми, платани, оливкові та скипідарні дерева) висаджувалися правильними групами — гайками.

Давньогрецький історик Геродот (490–424 рр. до н.е.), який залишив докладні відомості про стародавні племена, що жили на території України, описує озеленення одного з храмів, що займав центральне становище в місті: "Цей храм омивається каналами, і кожний з них притінений деревами: і в межах великого храму є гай дуже високих дерев... до входу в храм веде вимощена каменем вулиця... обабіч вулиці висаджені височенні дерева".

Досить обширними були знання стародавніх греків про рослинний світ.



Гомер згадує у своїх піснях 63 рослини. Гіппократ, який жив близько 4 р. до н.е., наводить назви 250 рослин. А в дев'ятитомній "Природній історії рослин" Теофраста, найближчого учня Аристотеля, описано вже близько 500 рослин, відомих грекам. До речі, Теофраст залишив першу літературну настанову щодо культивування троянд, зокрема їх окуліровки.

Вперше окуліровку троянд почали використовувати в Фінікії, а згодом у Карфагені та Елладі. В ті давні часи вже були відомі махрові троянди. Теофраст, наприклад, згадує про троянду стопелюсткову — центіфолію. Трояндами прикрашали переможців, наречених, гробниці, статуї богів і храми. Великою популярністю користувалися мирт, камелія, лілія, фіалка, гвоздики, братки, левкої, незабудки, мак, гіацинт, дельфініум, піон, іриси, ротики, геліотроп, нарцис.

Перші згадки про декоративне садівництво Стародавнього Риму знаходимо в римського поета Горация (65–8 рр. до н.е.). В Сабінському маєтку поета досить широко, крім плодово-ягідних культур, були представлені декоративні дерева — платан, буки, лаври, кипариси, які розміщувалися мальовничими групами. Сад був оточений підстриженою зеленою огорожею. В оформленні альтанок використовувалися в'юнкі рослини — плющ та виноград.

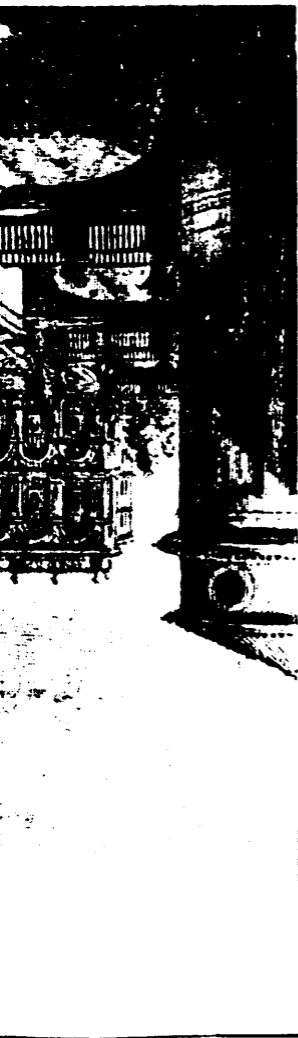
Появу перших публічних садів пов'язують з ім'ям Лукулла — римського полководця, який полюбляв не лише пишні бенкети, але й пишну зелень. Лукулл, який із своїх азіатських походів привозив чимало чужоземних рослин, влаштував міський парк у Римі, на Монте-Пінчіо, де в XVI ст. була збудована знаменита Медицейська вілла.

Підкорення Греції та інших країн сприяло притоку до Риму творів мистецтва, зокрема знаменитої грецької скульптури, яку багаті римляни зазубки розміщували в садах і парках, перетворюючи їх в своєрідні сади-музеї. Були тут і висячі сади, які влаштовувалися на виступах арок, фонтани, і альтанки, і скульптурні прикраси (рис. 2.10). Особливо багатим було квіткове оформлення, серед якого особливо виділялися розаріуми. За часів римського імператора Августа (63 р. до н.е. — 14 р. н.е.) особливо розвилось топіарне мистецтво — штучна стрижка дерев і кущів. Римляни успішно використовують культуру щеплених рослин. Ось як описує два основних методи щеплення видатний римський поет Вергілій (70–19 рр. до н.е.) — "вічком" і "в розщеп", відомі дотепер:

*Спосіб ще є не один для прививки відводів і бруньок;
Або в товщу кори, в тому місці, де бруньки виходять
Й проривають тонку вже тканину, надріз неширокий
Роблять у самому вузлуку від чужого дерева паросток*



Рис. 2.10. Сади Колонна в Римі.



93

*В цілинику вставляють, навчаючи зростатися з вологою корою;
Або ж стовбури надсікають і клином глибоко
В товщу дорогу ведуть; потім черенок плодоносний
Вводять в надріз; часу пройде небагато, - потужно
Здійме до небес дерево своє благородне верховіття,
Й дивується юному листю й плодам на собі чужорідним.*

Детальні вказівки про строки щеплення, а також про агротехніку посадки та вирощування дерев дає Катон (239–149 рр. до н.е.) — письменник Стародавнього Риму, автор трактату “Про сільське господарство”. Він, зокрема, звертає особливу увагу на необхідність старанної підготовки посадкових ям, викопку та перекопку дерев, їх посадки.

Римляни добре знали рослинний світ і використовували в озелененні досить широкий асортимент рослин. Пліній Старший в 37-томній “Природній історії” дає опис 1000 різних рослин, що вдвічі більше, ніж у Теофраста. Взимку до Риму завозили квіти з південних країв, але невдовзі римляни оволоділи мистецтвом зимової вигонки рослин, для чого використовували спеціальні культиваційні будиночки, покриті рамами із вставленою в них слоюдою (скло ще в ті часи не виробляли). Пліній Старший подає перелік найцінніших сортів троянд, зокрема *Rosa praenestina* (пізні цвітіння), *R. samprana* (ранні цвітіння), *R. spaneola*, *centifolia*, *graeca*, *graecula*, *moschata*, *coconeola*. В Римі були розбиті величезні розаріуми, під які відводили найродючішу землю.

У цей період сформувалися два типи садів — при віллах й при маєтках. Сади вілл могли включати: декоративні, городні і плодові сади. Маєткові парки склалися з трьох частин: прогулянкової, проїзної (для їзди на конях) і безпосередньо паркової. Парк мав вигляд лісу, в ньому утримували домашніх і диких тварин. Парк завжди огороджувався високою стіною.

Декоративний сад (*hortus*), як описує Пліній Старший, складався з декількох секторів — розарію (*h. rosario*), топіарію (*h. topiario*) та вічнозеленого “зеленця” (*h. viridario*). Вони відділялися від городу (*h. rusticus*) та від плодового саду (*h. pomarium*).

Рим запроваджував сади в країнах, які він завойовував. Відомі, наприклад, сади Лютеції (нинішнього Парижу). І все ж озеленення міст мало обмежений характер, оскільки в основному стосувалося багатих вілл чи маєтків. При будинках-казармах, де жила біднота, садів майже не було.

Після падіння Римської імперії германські племена — киміри та тевтони, які на час воєн з Римом вже вели осілий спосіб життя і займалися скотарством та землеробством, запозичили від римлян культуру виногра-

ду, а також, як відзначає Л.О. Машинський (1951 р.), і саме поняття про сади: німецьке слово Garten (сад) походить від латинського hortus, а слово Frucht (плід) — від fructus.

Оскільки роль середньовічних міст у господарському і культурному житті була незначною, це негативно вплинуло на їх планування і розвиток. Для садів у містах “за мурами” не було місця, а приміські території спеціально обезліснявали із стратегічних міркувань. Історія садово-паркового мистецтва цього періоду пов’язана в основному із королівськими палацами, замками феодалів та монастирями. Бажання вивчити різноманітний світ рослин зумовив появу перших ботанічних садів.

У трактаті “Про рослини”, написаному в XIII ст. Альбертом Магнусом, вперше в історії озеленення згадується про газони: “Зір нічим так не насолоджується, як м’якою, тонкою, невисокою травою”. Він дає поради, як влаштувати газон, як уникнути його забур’янення. Довкола газону рекомендується висаджувати квіти та ароматні рослини. Середньовіччя залишило по собі одну унікальну пам’ятку — сад Генераліф, що у перекладі з арабської мови означає “архітектурний сад”. Влаштували його маври в часи свого панування на Піренейському півострові. Мав він регулярну форму і складався звичайно із квадратних боскетів, облямованих високими шпалерами, за якими висаджувалися високі намети. Особливе захоплення викликали водні споруди: канали, водоспади, фонтани. Після вигнання маврів іспанські релігійні фанатики варварськи зруйнували всі споруди і сади, зробивши свій край безводним і пустельним.

Відродження вдихнуло в мистецтво створення декоративних садів нову силу і красу. Італійські сади XVI ст. включено до списку світових шедеврів садово-паркового мистецтва (флорентійський сад Біболі, Коломна в Римі та вілла д’Есте). Проте своєї вершини декоративне садівництво досягає в період правління французького короля Людовіка XIV і пов’язане із творчістю знаменитого архітектора Ленотра (Версальський парк). Пізніше бароко і класицизм розвивають закладені ренесансом прийоми садово-паркового будівництва.

2.5. ОЗЕЛЕНЕННЯ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТУ

Детальніше зупинимося на особливостях розвитку садово-паркового будівництва заходу України, розглядаючи його під кутом зору створення культурного садово-паркового ландшафту, який відповідав би естетичним уявленням сучасників і був у територіальному аспекті “традиційним”.

Сади Середньовіччя. Докладний опис цього періоду розвитку садів ускладнений відсутністю пам'яток садово-паркового мистецтва тих давніх часів і обмеженої кількості історичних джерел. Окремі літературні та архівні матеріали дали змогу виділити декілька типів садів: монастирські замкові, прибудинкові і публічні.

Монастирські сади. Існування значної кількості монастирів, які належали до різних орденів — бернардинів, домініканів, бенедиктинок, кармелитів, василіан та ін. — дало поштовх до розвитку садів і городів. Економічні можливості монастирів, а також їх традиції були різними, що могло не відбитися на рівні розвитку в них садівництва і городництва. Вважається, що найбагатшим у Львові був сад монастиря бенедиктинок, створений у вигляді виридарія: мав він вигляд прямокутника, оздобленого квітами і кущами з фонтаном посередині. В багатьох монастирях були сади і городи, де вирощувались овочі і фрукти, а також гербаріуми, в яких колекціонувались, як правило, лікарські рослини. Гербаріуми були прообразом майбутніх ботанічних садів, які почали створюватися дещо пізніше — через декілька століть. За монастирськими мурами було добре і з смаком озеленене кладовище.

Замкові сади. Для польських замків цього періоду характерними були внутрішні декоративні садки, в яких вирощувались лілії, флокси і гарні квітучі кущі, а також ароматичні рослини — рута, м'ята, шавлія. Коли територія дозволяла, висаджували також різні дерева. Садок огорожували, всередині розміщували доріжки, споруджували перголи. Часто в цих садках створювали розарії. Високі квіти — мальви, півонії — висаджували вздовж замкової огорожі. Часто тут влаштовували лави із дернини і прикрашали квітами. Для замкових садів характерні гербаріуми, лабіринти із підстрижених бордюрів і звичайні утилітарні сади і городи.

Прибудинкові сади. В цей період були відомі внутрішньоміські та приміські прибудинкові сади: перші були оточені забудовою і мали невеликі розміри. Біля приміських будинків були широкі сади і городи, де вирощували виноград, хміль, фруктові-ягідні дерева, а також овочі. В них і з'явилися перші декоративні рослини.

Публічні сади. В нинішньому розумінні в Середньовіччі публічних садів не було. Наприклад, їх роль у Львові виконували зовнішні сади монастирів бернардинів і бенедиктинок.

Сади ренесансу. Характерною особливістю ренесансного саду був його зв'язок з архітектурною спорудою, а також осьове або центричне планування його території. Ренесансне влаштування в основному торкнулось замкових і монастирських садів.

Монастирські сади. До цього періоду належить створений у Львові сад монастиря єзуїтів (XVI ст.). В основу саду покладений традиційний виридарій, а також квадратний город, внутрішні квадрати якого були заповнені фруктовими деревами і ягідниками. Зовнішній периметр був обсаджений високими деревами у вигляді алеї. Внутрішні квадрати розділялись між собою підстриженою огорожею.

Замкові сади. Відмінною рисою замкових садів було квадратне або прямокутне планування і одна центральна вісь. Використовувалися ті ж прийоми, що і в монастирських садах.

В цей період розвитку декоративного садівництва появились так звані *мисливські сади (звіринці)*, які створювалися в замських резиденціях феодалів, де влаштовувалось полювання або ловля риби. Тоді з'явилися і гаї — невеликі ділянки в передмісті, що використовувались для відпочинку міщан.

Прибудинкові сади. Багаті міщани застосовували елементи італійського саду: тераси, плоский квадратний партер. Італійський стиль в міських умовах адаптувався до місцевості і можливостей засновників саду. Замість розкішної південної зелені італійських садів використовували місцеву рослинність: фруктові дерева, зеленці з рослинами для приправ і т.п. Домінуючі в італійських садах вічнозелені дерева і кущі замінювали виключно листяними, в основному грабом і липою. Для обсаджування периметрів квадратів іноді використовували самшит, із квіткових рослин домінують місцеві види.

Сади бароко. Французький, або регулярний стиль, періоду бароко панує в садово-парковому будівництві, як і колись італійський стиль домінував в епоху ренесансу (рис. 2.11). Головними у формуванні регулярного саду були: шпалери, боскети і садові павільйони. Замість ренесансових квадратів створюються аналоги палацових помешкань: кабінети, зали, театри, коридори. В період бароко отримали розвиток перші публічні сади, палацові сади, почали створюватися бульвари, прогулянкові алеї.

Публічний сад. З'являються перші публічні сади. Прикладом такого саду може бути сад єзуїтів у Львові, який у XVIII ст. реконструюється у французькому регулярному стилі і стає першим публічним садом. На заході України характерним для нього було осьове планування. Однак вісь не розподіляла парк на дві симетричні частини, оскільки вона була значно зміщена до лівого краю, щоб з'єднати парк із вулицею, що вела до "міста за мурами".

Палацовий сад. У регулярному стилі був створений сад в палаці Потоцьких (по вул. Коперніка у Львові). Для нього характерними були пла-

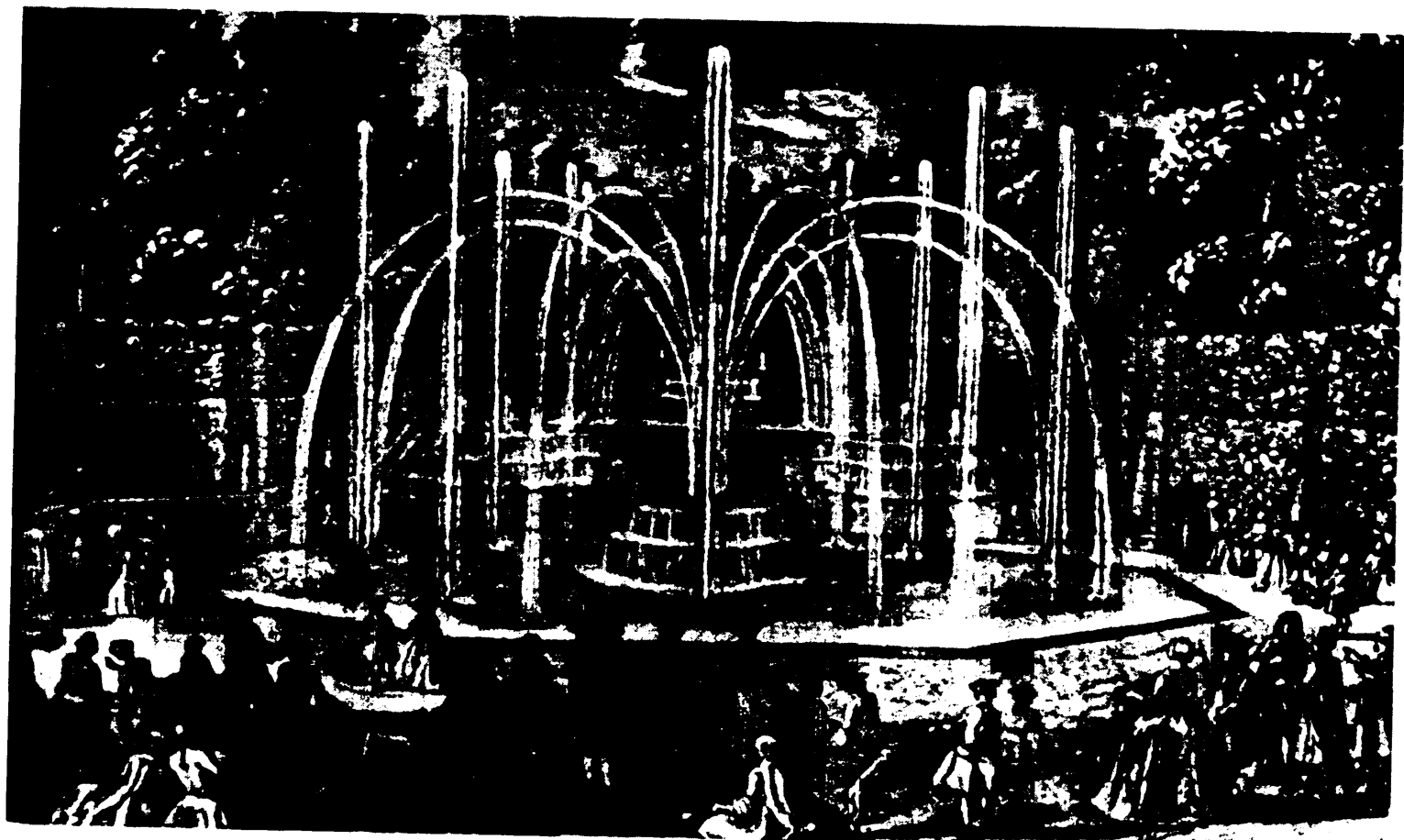


Рис. 2.11. Боскет трьох фонтанів у Версальському парку.

нування паркової площі перед палацом, в оформленні якого була використана підстрижена зелень.

Бульвар. Перший бульвар у Львові був закладений на початку XIX ст. на правому березі Полтви на місці зруйнованих валів. Вздовж річки була створена рядова посадка дерев у вигляді алеї та стрижена огорожа із бирючини.

Сквер. Перші сквери створюються на початку XIX ст. на місці колишніх фортифікацій. Характерним є використання для формування садово-паркових композицій аборигенних видів дерев і кущів, а також елементів топіарного мистецтва.

У формуванні зелених стін і паркових композицій цінуються передусім не індивідуальні властивості якоїсь однієї рослини, а цілої групи. Для створення шпалер застосовують головним чином граб, липу, ільм, бук, клен польовий. Аркові шпалери формують із липи і в'яз, низькі — із тиса ягідного, самшиту, ялівцю і бирючини.

Найрозповсюдженішими в алейних насадженнях були липа, в'яз, каштан, бук, дуб, тополя чорна, акація біла. Для боскетів переважно застосовують липу, в'яз, каштан, бук, дуб, ясен, а для нижньої його "підбивки" — глід, ліщину, самшит, тис ягідний. У літній період для формування композицій використовують виносні рослини у діжках — лимон, жасмин, розмарин.

На партерних рабатках висаджують окремо дерева і кущі, крони яких формують. Як правило, це тис або самшит, інколи ялина. В невеликих кількостях висаджують гарно квітучі кущі. Серед троянд розповсюджені столиста, дамаська, французька. Рабатки засаджують однорічними і багаторічними квітами.

Класицизм. Сади періоду класицизму характеризуються своїм відходом від геометричних форм регулярного стилю епохи бароко і обмеженістю композиційного сценарію, щільністю структури, гармонійним поєднанням садово-паркових композицій із зовнішнім середовищем. У парках застосовують багатоосову структуру, яка має реалізувати видові завдання, комунікаційно-видові або просто комунікаційні. До класичного стилю належить сквер "На валах", влаштований на початку XIX ст. вздовж вул. Підвальної, а також сад біля бібліотеки Оссолінських (справа від головного входу).

Романтизм. Водночас із класичними почали створюватися сади в романтичному, часто навіяному поетичними образами або народними легендами, стилі. Таким був парк Високий Замок, закладений в романтично-пейзажному стилі. Фрагменти романтичного стилю трапляються в

пейзажному Стрийському парку: руїни замку, водоспади і водотоки, башта і т.д. Романтичний стиль є перехідним до пейзажного.

Пейзажний парк. Закладається у вільному англійському стилі. Г. Цюлек (1978) виділяє три різновиди вільного парку: аркадійський (сентиментальний), романтичний, нарешті, пейзажний. Пейзажний стиль, починаючи з парків ХІХ ст., стає домінуючим у парках Львова, Чернівців, Ужгорода.

Еклектизм. Еклектизм стає помітним явищем у парковому будівництві ХІV ст., як і в архітектурі. Практично всі об'єкти садово-паркового будівництва цього періоду у Львові й інших містах заходу України є зразками змішування пейзажного і регулярного напрямків. Еклектизм став початком становлення у ХХ ст. модернізму в садово-парковому будівництві, зміст якого полягає в раціональному регулюванні питомої ваги вільного і геометричного планування залежно від величини території парку або саду і їх функціональних особливостей. Зразок модернізму — багатофункціональний парк культури і відпочинку ім. Б.Хмельницького у Львові, де регулярне планування становить близько половини паркової території.

Натуралізм. Наприкінці ХІХ ст.—початку ХХ ст. у садово-парковій архітектурі з'являється новий натуралістичний стиль як різновид або крайня непримиренна позиція пейзажного. Натуралістична тенденція поєднувалась із зростаючим у всьому світі рухом за охорону природи, яка внаслідок інтенсивного розвитку техніки і цивілізації втратила природну рівновагу. Таким був парк Залізна Вода у Львові, влаштований у 1905 р. у приміському буковому лісі. В 40-х роках з'явився лісовий парк Погулянка, створений на основі букового лісу.

Натуралістичний стиль покладено в основу створення у 50–60 рр. лісопарків, лукопарків, гідропарків, а також національних парків.

Міське озеленення. Крім садів і парків, які вже наприкінці ХІХ ст. у багатьох містах Європи являли собою визначену систему озеленення, в поняття міської "зелені" включали значну кількість інших характерних об'єктів озеленення, зокрема, таких, як бульвари і сади установ, виставок, залізничних вокзалів.

Сади установ. До кінця минулого століття всі установи Львова, які мали свою територію, створили невеликі сади і парки. Їх можна розподілити так: зелені насадження лікувальних установ (тепер парки лікарень — охорони здоров'я матері і дитини, обласних клінічної та психіатричної лікарень), оздоровчих закладів (санаторій в с.м.т. Брюховичі під Львовом), культурно-освітніх (бібліотеки), вищих навчальних закладів (державного університету ім. І. Франка, політехнічного, лісотехнічного, медичного). В

Ужгороді в ці роки був побудований парк міської лікарні і озеленено ряд навчальних закладів.

Сади виставок. Практикувалися при проведенні промислових і інших виставок. Такий сад був створений на території Стрийського парку і приурочений до крайової промислової виставки 1894 р. Побудований у регулярному напрямку навпроти павільйону “Підкова”, який згорів на початку 80-х років.

Залізничні сади. Влаштувалися у дворах залізничних станцій. У Львові — з фасадного боку вокзалу.

Помологічні сади. Фруктово-ягідні сади мали не тільки утилітарне, але і декоративне значення. Їх було багато в садибних передмістях Львова, Чернівців, Ужгорода.

Водні сади. Це прообраз теперішніх гідропарків. Створювалися біля декоративного джерела і служили місцем відпочинку людей. Таким був, наприклад, Пелчинський ставок у Львові (середина ХІХ ст.).

Лісовий парк. Створювався в приміському лісі без впливу людини. Використовувався для пішохідних і кінних прогулянок (Центнерівка, Залізна Вода, Погулянка у Львові).

Вуличні алеї. Наприкінці ХІХ ст. створюються добре сплановані вуличні алеї, які збереглися дотепер.

Міські сади і парки. Наприкінці ХІХ ст. були створені найцінніші в естетичному і дендрологічному плані публічні міські сади і парки. У Львові — це парки Високий Замок (1835 р.), Стрийський (1887 р.) і Личаківський (1894 р.). В Івано-Франківську в першій половині ХІХ ст. закладений міський парк на площі 4 га з невеликим декоративним озером. В Чернівцях в цей період створюється міський народний парк.

Ботанічні сади і арборетуми. Найперший ботанічний сад на західно-українських землях створений у Кремінці на Тернопільщині (1806 р.). Наступним був ботанічний сад у Львові (1851), закладений професором Лобажевським на площі 2,5 га. Чернівецький ботанічний сад виник у 1877 р. (3,5 га). В 70-ті роки ХІХ ст. створюються дендрологічні сади Львівської лісової школи (засновники В. Тинецький, Б. Блоцький, А. Рерінг) і сільськогосподарської школи в Дублянах (засновник М. Раціборський). В Ужгороді в кінці століття створюється приватний дендрологічний сад (заснував Лауден).

Інтродукції рослин у міське озеленення. Як зазначено вище, ХІХ ст. стало періодом продовження декількох стильових ліній у садово-парковому будівництві, що зумовило утвердження еkleктизму в останній чверті ХІХ ст. Змішання стилів вимагало збагачення прийомів формування лан-

дшафту, що, в свою чергу, потребувало розширення видового різноманіття дерев і кущів та трав'яних рослин. Це вирішувалось шляхом залучення все більшої і більшої кількості екзотів.

Цьому процесу сприяв загальний стан науки: багато вчених і мандрівників Європи займаються колекціонуванням зарубіжних рослин, вивченням їх біологічних властивостей і можливостей практичного використання як для утилітарних потреб, так і для декоративних цілей. Найбільші колекції були зібрані у ботанічних садах Ків під Лондоном і Ярдінс під Парижем. Створюються також акліматизаційні сади, які займаються збором, дослідженням і розповсюдженням інтродукційних рослин. У другій половині XIX ст. розвиваються спеціальні помологічні сади.

В Західній Україні, як відзначено вище, найпершим і найбагатшим за колекційною різновидністю був Кременецький ботанічний сад. Тут тільки протягом перших років його існування було колекціоновано 760 видів екзотів і 460 рослин місцевої флори. У 1812 р. колекція саду досягла 12 тис. видів. Деревні колекції відкритого ґрунту з 238 у 1811 р. збільшились до 585 видів і форм у 1834 р. Широкою була географія зв'язків саду: він отримував насіння із Парижа, Відня, мав постійні зв'язки з ботанічними садами Москви, Петербурга, Нікитським ботанічним садом у Криму. Після передачі саду у 1834 р. Київському університету його роль як акліматизаційного центру зменшилась, а до початку століття він перетворився в публічний міський парк.

У Львові університетом було зроблено декілька спроб закласти сад: перша у 1874 р. на території колишнього місіонерського монастиря, а згодом на початку XIX ст. — на території монастиря домініканок (вул. Коперніка), але він проіснував недовго (Щербина, 1960). У 1823 р. ботанічний сад був закладений на території міського стрільбища (вул. Лисенка), однак проіснував також недовго. З того часу тут залишилось два айланти заввишки понад 20 м і завтовшки близько 125 см. У закладеному в 1853 р. ботанічному саду університету (вул. Кирила і Мефодія) був створений дендрарій площею 14 га, де колекціоновано значну кількість екзотів, в основному кущів. До теперішнього часу збереглась сосна Веймутова, кипарисовик нуткайський, тюльпанове дерево, гінкго, магнолії.

Багато акліматизованих видів декоративних дерев і кущів ботанічного саду університету у 70—90 рр. минулого століття були використані в озелененні, зокрема, при будівництві Стрийського парку, скверів на вулицях Дарвіна і площі Б. Хмельницького.

Розповсюдженню екзотів і садових форм у міське озеленення сприяла

діяльність Чернівецького ботанічного саду, а в Ужгороді — приватного дендрологічного саду.

Слід відзначити, що процес інтродукції найбільшого розвитку набув у ХХ ст. За даними Я. Лангнера, в середині століття міські насадження Львова налічували 57 видів дерев і кущів із 21 родини. Більшість із них були аборигенами. Наприклад, у надзвичайно престижному місці — сквер “На валах”, що перед губернаторством, — в озелененні була використана дереза, яку можна побачити ще й сьогодні. Екзоти в насадженнях становили лише 21%. Застосування декоративних форм тільки починалося.

До кінця століття прослідковується не тільки повсюдне використання в садово-парковому будівництві декоративних якостей деревних рослин, але і їх колекціонування. Це можна прослідкувати на прикладі Стрийського парку, де вже в кінці минулого століття зростало близько 100 видів, із яких екзоти становили приблизно 30%. Багатою була і формова різноманітність: тут росли буки із різним забарвленням листя і габітусом крони, траплялися декоративні форми кленів-яворів.

Для формування паркових композицій у міських садах і парках застосовують екзоти із Японії і Китаю — бересклет Форчуна, форзиція звисаюча, дейція шорстка, екзохорда, катальпа яйцевидна, клен пальмовидний, сосна гімалайська, виноградовник тризагострений, магнолія Кобус, яблуня сильноквітуча, спіреї — гострозазубрена, сливолиста, японська, Вангутта, кизильник пухирчастий, вейгелла сильноквітуча, клени Гіннала і японський, слива серулята, слива трилиста, кипарисовик горохоплідний, із Далекого Сходу — бархат амурський; із Північної Америки: листяні — клени ясенolistий і сріблястий, сніжно-ягідник білий, садовий жасмин Лемуана, хвойні: сосна Веймутова, псевдотсуга зелена, ялиця одноколірна, ялина колюча, кипарисовики — нуткайський і Лавсона.

Серед квіткових рослин, які висаджувалися в рабатки, широко використовують фуксії, завезені в Європу із Південної Америки. В цей же період модним стає оформлення килимовими квітами — низькоростучими і багатолістими: альтернантера, колемус, ехеверія тощо. Серед гарноквітучих трапляються бегонія, агератум, лобелія тощо.

Історичний аналіз становлення озеленення дає змогу згрупувати основні елементи садово-паркових композицій, які використовуються і сьогодні.

Деревно-чагарникові композиції. Створюються угруповання дерев і чагарників, які відрізняються загальним виглядом, видовою різноманітністю або ж віком. У практиці створення пейзажних парків розрізняють угруповання як штучного, так і натурального походження. Виділяють

такі елементи: ліс, лісок, гай, гуща, масив, група, клумба, солітер, лабиринт.

Ліс — це включений у створений парк багатовидовий деревостан із листяних, рідше із хвойних порід, високий, з нерегулярним розміщенням дерев і чагарників.

Лісок — відрізняється від лісу меншою висотою і величиною. Ліски використовували для забезпечення контрасту з відкритими ландшафтами або ж для влаштування своєрідних заслонів. Створювались з невисоких дерев 3–5 або 8–15 м заввишки. Часто ліски різної висоти з'єднувались між собою.

Гай — ліс з багатою як вертикальною, так і горизонтальною структурою, де загущені ділянки території чергуються з галявинами. Наприкінці минулого століття розповсюдженими були гаї, створені з ягідних порід. Особливою популярністю користувались березові гаї.

Дукт — загущені ділянки лісу, ліска або гаю, які мають вигляд дикої природи, через які були прокладені паркова дорога або стежка. Характерний елемент романтичного стилю.

Масив — складний елемент усіх пейзажних парків. Протяжність масиву перевищує висоту дерев, які його утворюють. Масив має добре розвинуте верховіття, що піднімається із самого низу.

Група — будувалась таким чином, щоб діаметр поверхні, яку вона займала, не перевищував висоти дерева-едифікатора. Група складалась із декількох дерев або чагарників і становила єдине ціле. Розміщували групи окремо або разом з іншою рослинністю, повертаючи її до відкритого простору. З метою кращого огляду парку створювали групи однопорідні або багатопорідні. В другій половині XIX ст. почали створювати контрастні групи (стосовно інших груп або ж до простору).

“Копиця” — створюється із дерев чи із високих чагарників, формується у вигляді невеликого стіжка, на узліссі якого висаджуються гарноквітучі дерева і чагарники та квіти.

Клумба — створювалась у місці з оглядом експозиції, мала круглий або овальний вигляд, як правило, на невеликому насипному підвищенні. Високі рослини розміщувались ближче до середини, а низькі — ближче до узлісся. Для зовнішнього облямування підбирали дерева і чагарники, які відрізнялися високою декоративністю (цвітінням, плодами, формою крони і листя).

Солітер — окремо стояче дерево або високий чагарник, який відрізняється великою декоративністю. Особливо цінували і цінують старі дерева, які являють собою спеціальну експозицію.

Лабіринт — як і в минулі періоди, які відрізняються регулярністю паркових композицій, користується успіхом, але не довго, у другій половині XIX ст. зникає.

Трав'яний покрив у садово-паркових композиціях. Для створення галявин застосовують рослини, які формують дернину. Відрізняють декілька типів трав'яного покриву: луки, мурава, газон і руно.

Лука формувалась, як правило, в річкових долинах або на узбережжях, а також на галявинах. Луки інколи збагачуються гарноквітучими трав'яними рослинами.

Мурава — елемент, подібний до лук, але відрізняється тим, що розміщується на схилах горба або гори. Використовують низькі трави з добре розвинутим кореневищем.

Газони. Якщо луки або мурава мали крім декоративного ще й утилітарне значення (сіно), то газони створювали виключно для декорування пейзажу. Влаштували шляхом дернування. Часто збагачували квітами — крокусами, шафраном і т.п.

Квітники. У першій половині XIX ст. квітники разом з деревами і чагарниками були складовою частиною паркових композицій. У другій половині XIX ст. розповсюджуються квітники різних типів — килимові, арабескові, із них створюють квіткові кошики і вази.

Килимові квітники створювали із низьких рослин, які можна було підстригати. Із килимових квітів сьогодні створюють рабатки, клумби, інколи партери.

Арабески, подібно до килимових квітників, створювали рослини, які висаджували у вигляді малюнка — квітка чи гілочка на тлі газону, як правило, поблизу доріжок.

Клумби. Принцип побудови був таким самим, як і для клумб із деревних рослин. Цей елемент озеленення широко використовують і дотепер.

Партери. Квітучі партери використовували протягом усього XIX ст. Відрізнялись регулярністю і симетричністю, інколи органічно зливали з іншими елементами — скульптурою, перголою, спорудами.

Середовищні групи створювали із рослин із специфічних умов проростання: скельні, водні, болотяні, альпійські і т.п.

Квіткові прикраси використовували у вигляді трельяжу, гірок, пірамід тощо. Створювали за допомогою спеціальних металевих чи дерев'яних конструкцій, інколи робилась торф'яна основа, на якій висаджувався квітковий килим. Водні простори мали вигляд струмків, у ландшафт включали також джерела, потічки, водоспади.

Стилі і напрямки садово-паркового будівництва ХХ ст. Промислова цивілізація змінила до невпізнання не лише природний ландшафт, а й саму людину, повернула її обличчям до природи, якої їй почало не вистачати в урбанізованому місті. Тому на зламі століть з'явилась нова тенденція, яка характеризувала перехід від садів і парків до великих зелених комплексів. Ця концепція відбивала ідею міста-саду Гоуарда і його послідовників. Нові ідеї вимагали нових форм і прийомів садово-паркового будівництва. Тому поряд із закладкою традиційних міських садів і парків місто починає освоювати для рекреаційних потреб замиські ліси, а також створювати систему зелених насаджень. На початку ХХ ст. у Львові, наприклад, вже існував план створення концентричної системи озеленення, який, на жаль, не був реалізований міською владою.

Польський дослідник парків Г. Цьолек (1978) виділяє в цьому періоді три етапи розвитку садово-паркового будівництва. *Перший*, що починається на зламі століть і триває до першої світової війни, характеризується рівноцінним розвитком палацових і міських публічних парків. У той час починається рух за створення охоронних і заповідних територій. *Другий* етап, який охоплює період між першою і другою світовими війнами, включає обидва напрямки: створюються як палацові, так і міські парки, але домінує міське озеленення загального значення. З'являються перші народні парки (лісопарки). *Третій* — повоєнний етап характеризується небаченим до цього часу розвитком міської системи зелених насаджень. Створюються проекти і будуються великі парки культури і відпочинку, ідея яких ще на початку століття розвивав Гоуард.

У першій половині ХХ ст. в садово-парковому будівництві помітно переважають архітектурно-геометричні форми. Сильний вплив на формування нового образу міського саду мала тенденція з'єднання в єдине ціле архітектури саду і забудови. В садово-парковому мистецтві слабше, ніж в інших видах мистецтва (архітектурі і т.п.), проявляється новий стиль — академізм, відомий як сецесія. Він стає передвісником нового садово-паркового стилю — *модернізму*. На формування невеликих садово-паркових об'єктів помітно вплинуло мистецтво японських садів. Створюються скельні сади з підбором біотопів, характерних для місцевості, яка експонується: карпатарії, альпінарії. Широко використовують місцеві матеріали: камінь, дерево, а також штучні — кераміка, бетон, залізо, скло. Елементи композиції вирізняються ритмічністю, асиметричністю, контрастністю. Стиль соцреалізму проявився у створенні парків культури і відпочинку, початок яким було покладено в 30-х роках радянськими містобудівниками.

Впроваджена в практику концепція міської зелені протистоїть урбанізації і її негативним наслідкам — зникнення лісів і лук, погіршення кількісного і якісного стану поверхневих і підземних вод, забруднення повітря та деградація ґрунту. В цій ситуації комплексне озеленення охоплює практично всю незабудовану територію міста. Прийоми садово-паркового мистецтва виходять за межі традиційних об'єктів озеленення садів і парків і стають *інструментом формування культурного ландшафту*.

Озеленення як галузь міського народного господарства зосереджується на вирішенні трьох головних завдань: а) *охорона і консервація* існуючих садів і парків; б) *формування новостворених* садово-паркових об'єктів; в) *рекультивация деградованих* ландшафтів. Їх вирішення представлено чотирма напрямками: *утилітарним, природоохоронним, архітектурно-ландшафтним і консерваторським*.

Утилітарний напрямок у зеленому господарстві міста — створення масових насаджень на колишніх неугіддях, деградованих землях, санітарно-захисних зонах підприємств тощо.

Природоохоронний напрямок пов'язаний з цільовою охороною окремих пам'яток природи і садово-паркового мистецтва, які належать до системи міського озеленення, а також усього зеленого покриву міста і його природної зони.

Архітектурно-ландшафтний напрямок, як вже відзначалось, заснований на ідеї формування міст-садів, тобто ідеї створення культурного садово-паркового ландшафту. Його формування інтегрально сполучене з природними властивостями середовища, в якому він створюється, а також з діяльністю людини: житлом, роботою, відпочинком.

Консерваторський напрямок у середині ХХ століття став особливо важливим, оскільки сади і парки минулих століть перебували уже у стані деструкції деревного пологів і зниження життєвості та стабільності всього рослинного матеріалу. Використовуються три види консерваторської діяльності: а) *власне консервація*; б) *реконструкція*; в) *реставрація*.

Наприкінці ХІХ—у першій половині ХХ ст. виникають нові типи садів, які мають новий зміст. Це спеціалізовані сади, які задовольняють потреби різних груп відвідувачів — від дітей до дорослих.

Дитячі сади. В Польщі вони були названі Йорданівськими на честь Г. Йордана, який такий сад створив у 1889 р. в Кракові. У 1908 р. аналогічний сад почали створювати у Львові, але так і не завершили. В 50-х роках ця ідея була реалізована у дитячому саду з атракціонами і дитячою залізницею у структурі Стрийського парку.

Шкільні сади. Відпочинок дітей на повітрі, рухливі ігри, характерні

для дитячих садів, стали основним принципом створення шкільних садів. Раніше їх створювали на тісних пришкільних ділянках. У даний період їх територія, згідно з існуючими будівельними нормами і правилами, залежить від кількості учнів і часто займає декілька секторів.

Спортивні парки. Призначені для спортивних занять молоді та дорослих. У Львові в 60-х роках був побудований такий парк із стадіоном (парк Дружби).

Парки культури і відпочинку. Парки минулого при всій їх архітектурно-художній цінності не могли прийняти одночасно велику кількість відвідувачів і задовольнити їх інтереси. Це зробив парк культури і відпочинку — парк нового типу, на території якого гармонійно поєднується організація різносторонніх, розрахованих на десятки тисяч відвідувачів форм культурно-просвітньої роботи, спортивних занять і відпочинку в оптимальній природній обстановці. У Львові такий парк почали створювати зразу ж після возз'єднання — у 1940 р. на Погулянці, але війна не дала змоги завершити задум міської влади. Після війни він був закладений у іншому місці, ближче до центру міста — парк ім. Б. Хмельницького. В даний час аналогічні парки функціонують у всіх великих містах.

Коллективні сади, які почали створювати на вільних територіях у приміській зоні у 60-ті роки, інтенсивно розвиваються у 80-ті роки. Ділянки площею 0,04–0,06 га формуються як сади помологічної і декоративної спрямованості. Нинішнє Законодавство України передбачає, що такі сади можуть мати площу до 0,12 га.

Парквеї. Спроба створити паркову дорогу за американським зразком була зроблена у 70-ті роки на автомагістралі Львів–Київ, де була спроектована прогулянкова стежка для пішоходів і велосипедистів. Пізніше така стежка була прокладена в Брюховицькому лісопарку вздовж дороги Голоско–Брюховичі.

Сад на даху. Блочне будівництво з плоскими дахами, які у великому місті займають значну поверхню, дало змогу відродити давню практику садів на даху, характерних для часів древнього Вавилону. Перші кроки в цьому напрямку було зроблено з використанням контейнерів із зеленню. Сьогодні з'явилося чимало прийомів створення таких садів.

Заводські або фабричні сади. Створюються з метою покращання санітарно-гігієнічних умов робітників і службовців підприємств, використовують для відпочинку в обідні перерви (фірма “Прогрес” у Львові, ПО “Ватра” у Тернополі та ін.).

Сади вілл. Широке розповсюдження отримали в 30-ті роки, коли заможні міщани забудовували так звані колонії (Кривчицька професорська

колонія у Львові). На великих ділянках, як правило з фасадного боку, створювались мініатюрні сади із застосуванням високодекоративних екзотів і квітів. На початку 90-х років спостерігається повернення до цього типу садів.

У першій половині ХХ ст. з'являються сади і парки дидактичного значення — ботанічні та зоологічні сади, етнографічні парки тощо.

Ботанічні сади. В цей період поєднуються дидактично-музейні і науково-дослідні функції ботанічних садів. У Львові в 1911 р. університетський ботанічний сад розширився за рахунок придбання Центнерівки — паркового насадження XVIII ст., садиби І. Центнера площею 4,5 га.

У даний час планується розширення цієї частини ботанічного саду за рахунок сусіднього парку Погулянка. За роки радянської влади створено ботанічний сад Чернівецького університету. В 1946 р. на базі старого плодового насадження створений ботанічний сад Ужгородського університету площею близько 3 га. В даний час територія розширена. Робляться спроби закладки ботанічного саду Луцького педінституту.

Дендрологічні сади в основному колекціонують деревні і чагарникові породи для дидактичних і селекційних цілей (арборетум Українського державного лісотехнічного університету та державного медичного університету у Львові).

Зоологічні сади. У Львові була спроба в 70-ті роки створити зоологічний сад на Погулянці, але відсутність фінансування призупинила роботи. Функціонує зоосад у приміській зоні Львова — на території інституту землеробства і тваринництва західних областей України.

Етнографічні парки. Музей просто неба — музей народної дерев'яної архітектури — був створений у Львові на території Шевченківського гаю у 60-ті роки. Експонує етнографічні пам'ятки Західної України в природному оточенні, зокрема, Бойківщини, Гуцульщини, Буковини, Полісся і т.п.

Цільові декоративні сади. Вони широко розповсюджуються в післявоєнний період, маючи колекційні, дидактичні та естетичні цілі (розарії, георгінарії, сірінгарії і т.д.).

Лісопарки — це насадження загального користування, розміщені, як правило, за межами міської забудови, особливістю яких є поєднання лісогосподарських завдань з архітектурно-художніми, санітарно-гігієнічними та культурно-просвітницькими. Однією із головних їх функцій є задоволення масового періодичного та індивідуального епізодичного відпочинку населення в пристосованому для цього лісовому середовищі. В зв'язку з високими темпами розвитку міст, особливо Львова, багато вчорашніх лісо-

парків (Погулянка, Шевченківський гай, Білогорща) трансформувались у парки.

Гідропарки — водно-паркові комплекси загального користування як внутрішньоміські, так і заміські, які служать місцем відпочинку, головним чином у теплу пору року. В гідропарках переважають водні простори (Київський гідропарк на Дніпрі). Гідропарки створені у Львові, Тернополі, Івано-Франківську і інших містах.

Лучні парки — міські або заміські насадження загального користування, створені на заплавах луках річок. Це пейзажні парки, де переважають відкриті простори. Благоустрій ведеться тільки в місцях масового відпочинку (лучний парк біля Комсомольського озера під Львовом).

Національний парк — велика територія, що включає приміські ландшафти, що потребують охорони, призначений головним чином для задоволення рекреаційних потреб населення усієї країни або регіону. Шацький національний парк (Волинська область) і Карпатський національний парк (Івано-Франківська область) є об'єктами рекреаційної діяльності не лише населення цих областей чи обласних центрів — Луцька та Івано-Франківська, але і сусідніх областей України та інших країн.

Заповідники — ділянка, на якій охороняються всі наявні там елементи природи. Поблизу Львова у 1984 р. рішенням уряду України створений Державний заповідник Розточчя Українського державного лісотехнічного університету.

Заказник — невелика ділянка, на якій ведеться охорона цінних пам'яток природи. Рішення про створення заказника приймають місцеві органи влади (обласні ради народних депутатів).

Загальноміська система озеленення. Набула цілісного характеру в радянський період завдяки розробці комплексних схем озеленення як складової частини Генеральних планів міст. Система озеленення тісно пов'язана з топографією місцевості.

На створення системи озеленення великий вплив має гідрографічна ситуація міста. Великі масиви зелених насаджень у поєднанні з водними просторами — це важливі фактори, які визначають характер планувальної структури міст (Рівне, Ужгород, Тернопіль). За класифікацією Ю.В.Хромова (1974) у містах заходу України розвиваються радіально-кільцева (Львів), групова (Луцьк, Івано-Франківськ, Чернівці), центрична (Ужгород), периферійно-групова (Тернопіль) системи озеленення. Внутріміська система озеленення поєднується з приміською зеленою зоною, до складу якої входять лісопарки (Львів, Ужгород, Івано-Франківськ, Рівне, Чернівці, Тернопіль), гідропарки (Глинна Наварія під Львовом), колективні сади,

Т а б л и ц я 2.7

Структура КЗЗМ обласних центрів західних областей України

Насадження	Івано- Франківськ, га	Львів, га	Львів, га	Рівне, га	Тернопіль, га	Ужгород, га	Чернівці, га
Всього насаджень в КЗЗМ	12385,2	92432,9	44053	19938,2	4965,0	18668,6	45676,3
У межах насе- леного пункту	1175,2	1815,4	3711,0	1518,0	1216,0	1487,6	3572,6
Всього зелених насаджень, га %, в тому числі:	30,2	47,0	25,1	43,1	32,3	43,2	23,3
загального корис- тування	334,3	395,93	1335,0	425,0	787,0	296,0	412,0
За межами населеного пункту	8521,2	90617,5	29282,0	18420,2	3749,0	17181,0	42103,7
всього зелених насаджень							
Ліси і лісопарки	6923,2	76194,0	23133,0	17008,0	2253,0	13600,0	34585,0
Загальна площа земель в межах міста	3890,0	3864,0	14771,0	1518,0	3763,0	3444,0	15340,0

придорожні і захисні смуги, а також зелені насадження приміських населених пунктів (табл. 2.7).

Міські і приміські зелені насадження організовані в єдиний і цілісний планувальний комплекс й утворюють зелену зону міста, в межах якої можна виділити дві основні групи насаджень: 1) насадження загального користування — міські, районні і мікрорайонні парки, сквери і бульвари, лісопарки і лугопарки; 2) насадження різноманітного функціонального призначення — обмеженого користування та спеціальні.

Нормами проектування зелених насаджень міст (РСН 183-176), затвердженими Держбудом України у 1976 р., до насаджень загального користування належать: 1) парки культури і відпочинку, міські, районні і мікрорайонні, меморіальні, спортивні і дитячі парки;

2) сади житлових районів і груп житлових будинків; сквери, бульвари, лісопарки, гідропарки. Всі ці види насаджень загального користування по-різному представлені у містах України.

Системи озеленення міст створюють просторово-пов'язані насадження загального та інших форм землекористування. Цілісна просторово-безперервна система зелених насаджень забезпечується в тому випадку, коли:

— сади житлових районів і мікрорайонів, сквери, бульвари, пішохідні

алеї, озеленені ділянки громадських, культурно-побутових, спортивних і фізкультурних комплексів розподіляються рівномірно;

— сади житлових районів і мікрорайонів, озеленені ділянки громадських, культурно-побутових, спортивних і фізкультурних комплексів, шкід, дитячих ясел-садків об'єднуються з озеленими дворами і садами при групах житлових будинків з таким розрахунком, щоби між цими елементами озеленення забезпечувалися просторовий і функціональний зв'язки;

— сади житлових районів і мікрорайонів створюють поблизу громадсько-торговельних центрів і пов'язують з місцезнаходженням районного і міського парків;

— бульвари і алеї розташовують у напрямку масового пішохідного руху таким чином, щоби вони об'єднувалися між собою та з садами житлового району і мікрорайону, забезпечували зручні підходи до зупинок громадського транспорту, громадських і торгових центрів, спортивних комплексів і т.п. Сквери і озеленені ділянки для короткочасного відпочинку влаштовують поблизу або на шляху масового пішохідного руху і біля громадських будинків.

Таке розміщення насаджень забезпечує єдність малої забудови і природного ландшафту, комплексне вирішення питання озеленення, що врешті-решт веде до забезпечення максимального оздоровлення умов життя населення.

Виходячи із функціонального призначення, зелені насадження розподіляють на насадження обмеженого користування і спеціального призначення.

Згідно з РСН 183-176, до насаджень обмеженого користування належать такі типи насаджень:

- 1) житлових районів і мікрорайонів;
- 2) при учбових закладах (школах, училищах, вузах і технікумах);
- 3) при дошкільних закладах;
- 4) при клубах, палацах культури і будинках школярів;
- 5) при науково-дослідних закладах;
- 6) при лікувально-профілактичних закладах;
- 7) санаторіїв, будинків відпочинку та шкільних таборів;
- 8) при житлових будинках у районах присадибної забудови;
- 9) на території промислових підприємств;
- 10) плодові сади колективів робітників і службовців.

До насаджень спеціального призначення належать такі:

- 1) вуличні;
- 2) ботанічних садів і арборетумів;

- 3) на кладовищах;
- 4) захисних зон на промислових підприємствах;
- 5) вздовж шосейних доріг і залізниць;
- 6) квіткових господарств;
- 7) плодкових садів приміських господарств.

Поділ за функціональною ознакою необхідний передусім для складання балансу насаджень зеленої зони, без якого неможливо забезпечити управління міським зеленим господарством. У розробленій “АСУ-Львів-природа” (Огородник, Лясковська, Кисіль, 1979) закладена наведена вище структура насаджень різноманітного функціонального призначення — обмеженого користування і спеціального призначення. Передбачений розрахунок оптимального співвідношення насаджень різного типу забудови. Виходячи із функціональних особливостей насаджень, плануються прийоми озеленення, агротехніка створення і догляду за насадженнями. В містах України ці роботи велися на основі розроблених і затверджених Урядом перспективних планів розвитку зелених зон міст.

ХАРАКТЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ В МІСЬКЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ ХХ ст.

З початку ХХ ст. помітно прискорюється процес вводу в садово-паркове будівництво екзотів, акліматизованих у ХІХ ст. в ботанічних і дендрологічних садах, а також декоративних садових форм. Найбільше екзоти і декоративні форми поширюються в період масового озеленення міст 50–70-х років. Потім цей процес почав сповільнюватися, по-перше, внаслідок згортання інтродукційної діяльності міських декоративних розсадників; по-друге, через перевірки біолого-екологічних властивостей деревних і чагарникових рослин у несприятливих умовах міського середовища; по-третє, внаслідок перенасичення парків, садів і скверів екзотами, які почали витісняти з насаджень стійкі до несприятливих умов середовища декоративні аборигенні види. І все ж для сучасного міського озеленення характерне широке використання екзотів. Якщо в середині ХІХ ст. питома вага екзотів серед видового складу, наприклад, у Львові становила 21,0%, то в даний час близько 80%. Помітно збільшилась кількість екзотів у внутріквартальних насадженнях: якщо в старій житловій забудові частка екзотів становила 17–21%, то в нових житлових районах — близько 60%.

У вуличних посадках екзоти трапляються рідше (25–40%). Деяким екзотам завдяки їх високій вітальності віддають перевагу перед аборигенними ландшафтноутворюючими породами. Якщо в минулому столітті в парках можна було побачити фітоценози, створені із декількох екзотів



(наприклад, у Стрийському або Личаківському парках із сосни чорної, акації білої), то в нових парках екзотів-едифікаторів значно більше і вони займають значні ділянки (дуб червоний, сосна Веймутова, сосна Банка, модрина японська, акація біла, клен сріблястий, клен ясенolistий). У снігозахисних і декоративних посадках пришляхових смуг часто трапляються фітоценози, створені із тополі Сімона (вид і пірамідальна форма), білої акації з підліском із пухироплідника та жимолості татарської.

ОХОРОНА І КОНСЕРВАЦІЯ ПАМ'ЯТОК САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА

Консервація пам'яток садово-паркового мистецтва передбачає обмежений зв'язок історичних, естетичних і технічних завдань з природними. Старовинні парки посідають останнє місце в зеленому господарстві міста. Тому паркобудівельники приділяють таку велику увагу паркам, яким виповнилося 80 і більше років і в яких дерева-едифікатори досягли фізіологічної зрілості, а деревостани поступово входять у період деструкції намету.

Стан садово-паркового будівництва у великих містах заходу України, особливо у Львові, де простежуються всі історичні стилі садово-паркової архітектури — від Середньовіччя до сучасного модернізму і соцреалізму — дає підставу вести сучасне зелене господарство на принципах історизму, естетичних уявлень, раціонального використання й охорони природного культурного ландшафту. Основні елементи садово-паркових композицій і вибір для них рослинного матеріалу склалися в епохи ренесансу, бароко, романтизму і тільки удосконалювалися в епоху еkleктики (кінець XIX ст.) і сучасного модернізму. Системи озеленення міста, які почали формуватися у минулому столітті, в останні десятиріччя, особливо в 50–70-ті роки, розвинулися. Проте розширення зеленого господарства послабило його розвиток, що негативно вплинуло на рівень естетичних і санітарно-гігієнічних якостей зелених насаджень.

Багато міських насаджень (парки, сквери, бульвари, вуличні алеї) перебуває у віці старіння і потребує консерваторських заходів, а також реставрації та реконструкції.

Необхідно розробити нові проекти розвитку комплексних зелених зон міста з прогнозом не менше ніж на 50 років (період переходу основної маси зелених насаджень післявоєнного періоду у вік старіння).

2.6. ФУНКЦІОНАЛЬНІ МІСЬКІ ЛАНДШАФТИ

Як зазначено вище, на міські ландшафти упродовж їх розвитку наклалися функціональні, естетичні та стихійні процеси. Перший процес причетний до формування усіх існуючих у містах функціональних, а також значної кількості напівфункціональних ландшафтів. Усі вони значною мірою узгоджені з естетичними впливами відповідних періодів розвитку того чи іншого міста. Однак взагалі їх характеризує певна функція, яку вони виконують на міській території, що дає змогу згрупувати їх в декілька категорій.

Зупинимось коротко на змісті й обсягах понять цих функціональних ландшафтів.

Урбанізовані ландшафти визначають основні риси обличчя міста. Вони складаються з житлової забудови міста, промислових територій, транспортних комунікацій і, нарешті, зелених масивів, значна частина яких набула вигляду садово-паркових ландшафтів.

Індустріальні ландшафти мають свій силует. Як правило, вони займають значні території, часто відрізняються наявністю інтенсивних атмосферних забруднювачів. Промайданчики і складські зони погано озеленені, на їх території переважає рудеральна рослинність.

Девастровані ландшафти найчастіше представлені кар'єрними виїмками та відвалами в зоні видобутку будівельних матеріалів — каменю, піску, глини. Часто займають значні території.

Рекреаційні ландшафти почали виділятися в 60—70-х роках водно-парковий ансамблі Львова, Тернополя, Черкас та інших міст, а також лісопарки, лугопарки, міські і замські парки з рекреаційними функціями, благоустроєм і обладнанням (парки культури та відпочинку, спортивно-оздоровчі зони).

Комунікаційні стрічкові ландшафти являють собою специфічну форму антропогенного ландшафту, який розвивається у зв'язку з будівництвом, благоустроєм і озелененням залізниць і шосейних доріг. Сьогодні до цього типу ландшафтів ставляться вимоги рекреаційного характеру: підсилення мальовничості шляхом ландшафтної реконструкції монотонних рядових снігозахисних посадок, відкриття цікавих перспектив сусідніх сільсько-господарських або гідроморфних ландшафтів і, навпаки, маскування девастрованих ділянок. Обов'язковою вимогою є зв'язок дороги з регіональним ландшафтом.

Агрокультурні ландшафти складаються з ландшафтів поселень (села і хутори), виробничих зон колгоспів і радгоспів, полів, луків і садів:

а) *ландшафти сільських поселень*. Оскільки в приміських селах про-

живає значна кількість працездатного населення, яке працює у великих містах, особливу увагу приділяють створенню сприятливих умов для відпочинку. Озеленюють присадибні ділянки, створюють насадження загального користування. Основним недоліком сільського озеленення є відсутність планувально-проектних основ його розвитку, а також використання недоброякісного посадкового матеріалу. Пустища часто покриті рудеральною і сегетальною рослинністю;

б) *ландшафти промислових зон колгоспів і радгоспів* являють собою урбанізовані вкраплення у сільськогосподарські ландшафти (тваринницькі комплекси, птахофабрики, овочефабрики, машинно-тракторні стани, майстерні, цегельні переробні цехи і т.п.). Рівень їх озеленення низький, що негативно відбивається на санітарно-гігієнічних умовах (сильні вітри, забрудненість території і т.п.). Території покриті рудеральною і сегетальною рослинністю.

в) *ландшафти полів* переважно зайняті зерновими та просапними агробіоценозами;

г) *лучно-пасовищні ландшафти*. Внаслідок створення культурних пасовищ лукові ландшафти мають виражений антропогенний характер;

д) *помологічні (садові) ландшафти* — це своєрідний тип ландшафтів, близький до лісосадів або парків. У зв'язку з розвитком колективного садівництва території помологічних ландшафтів довкола міст значно розширюються. Часто вони являють собою суміш польового і садового ландшафтів і можуть називатися садово-польовими;

е) *лісогосподарські ландшафти* — відзначаються лісистістю приміської зеленої зони, підвищують її виразність. Природні лісові ландшафти у зв'язку із розширенням їх рекреаційних функцій і реконструкцією поступово перетворюються в лісопаркові;

ж) *гідроморфні ландшафти* — ландшафти річок, озер і ставків. Більшість з них в умовах міст виконують рекреаційні функції і лише окремі мають господарське значення.

Всі функціональні ландшафти об'єднані генеральними планами міст в єдине ціле і їх розвиток залежить від екологічних і соціальних умов.



3

МІСТО ЯК СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНА СИСТЕМА

3.1. ПРОСТА ФОРМУЛА СИСТЕМИ “МІСТО”

Урбанізація є світовим історичним процесом, який відбувається під впливом багатьох факторів з неоднаковою вираженістю і роллю у різних районах планети. Ці фактори можна згрупувати за шістьма ознаками: а) *промислове виробництво*; б) *невиробнича містоутворювальна діяльність*; в) *інтенсифікація сільського господарства*; г) *міжфункціональна взаємодія* (інтеграція різних видів діяльності); д) *вплив світового господарства, розвиток міжнародної торгівлі*; е) *наслідки “демографічного вибуху”*. Слід зазначити, що урбанізація є найголовнішим процесом розвитку суспільства. Вона відчуває на собі впливи і прояви багатьох факторів і підпорядкована основним історичним законам суспільного розвитку.

Отже, урбанізація — це передусім соціальне явище. Місто є продуктом суспільного розвитку, цивілізації, однак одночасно це й автономна екосистема або елемент глобальної екосистеми — біосфери.

Аналізуючи різні підходи до міста, наголосимо, що на місто накладаються різноманітні фактори — *абіотичні* (рельєф, клімат, водний режим), *біотичні* (рослинний покрив, фауна, мікроорганізми), *техногенні* (забудова, інфраструктура, транспортна мережа і т.п.) і *соціальні* (суспільна організація, спосіб життя, традиції тощо).

Місто як урбоекосистема (міська система) є функцією трьох основних підсистем. Тому цю штучну систему можна записати у вигляді простої формули:

$$УЕС = \Phi (П + С + Т),$$



де УЕС — урбоєкосистема; П — природна підсистема; С — соціальна підсистема; Т — технічна підсистема.

Порушення, або “шум”, в одній із підсистем внаслідок зворотної зв’язку проявляється в системі “місто” або ж в сусідній підсистемі. Наприклад, соціальна нерівність (С), яка в недалекому минулому розділяла міста на райони багатих і бідних з різним рівнем благоустрою, негативно вплинула на розвиток озеленення, тобто на стан природної підсистеми (П). Щільна неозеленена забудова окремих районів міст (підсистема Т, негативно впливає на соціальну підсистему (С). З таких місць населення намагається переїхати в приміську зону або ж в інші добре озеленені райони міста.

Недосконалість технічного середовища (Т), що характеризується великою кількістю промислових підприємств, надмірною щільністю забудови, недосконалістю транспортних комунікацій, а також мізерним фінансуванням зеленого господарства і природоохоронних програм (підсистема С), погіршує стан природного середовища (підсистема П), що веде місто як соціоєкосистему до стану, який називають “екологічною кризою”.

Зібрана інформація за станом цих трьох підсистем дала можливість, наприклад, встановити, що серед семи великих і середніх міст заходу України в найгіршому становищі знаходиться Львів. Далі йдуть Чернівці, Івано-Франківськ, Ужгород, Луцьк, Рівне і, нарешті, Тернопіль.

Урбоекологію як нову наукову дисципліну слід вважати відгалуженням соціальної екології. Як соціоєкологія, так і урбоекологія, виходячи із вчення В.І. Вернадського, ґрунтуються на п’яти основоположних принципах:

функціональної єдності суспільства і навколишньої природи та постійності їх взаємодії в еволюційно-сформованій двокомпонентній глобальній соціоєкосистемі. Вивчаючи різні аспекти цієї взаємодії, керуються законами екологічного, соціального й економічного розвитку її блоків;

єдиного соціально-економічного і екологічного підходу до вивчення взаємодії суспільства з природним середовищем як матеріальної та духовної основи людського буття;

цільової спрямованості наукової думки і технічних досягнень на оптимізацію взаємодії між природою і суспільством;

реального усунення потенційних заперечень між науково-технічним прогресом і необхідністю збереження екологічної рівноваги;

багатоцільового використання природних екосистем і екологічного забезпечення стабільності природокористування як економічної основи процвітання суспільства.

У новітню епоху соціальна екологія синтезує різнобічні естетико-наукові, суспільствознавчі і технічні знання, розкриває взаємозв'язки між цими явищами, дає можливість демонополізувати право на їх вивчення в натуральному, “чистому” стані. Суспільна і природнича наука пояснюють найскладніші стосунки, які склались в екосистемах міста, зокрема, вплив суспільної діяльності на елементи природи, окреслюють місце природних комплексів у життєдіяльності живих організмів, і насамперед людини.

У містах і міських агломераціях сконцентровані різні види діяльності людини і різні форми її соціально-економічної активності, в них фокусується антропогенний вплив на середовище.

Сьогодні урбанізацію розглядають не лише як ріст міського населення і підвищення ролі міст у суспільному житті, але і як процес перебудови всього середовища проживання людини, організації його повсякденної життєдіяльності і характеру задоволення потреб у цьому двоєдиному соціальному і природному середовищі. Екологічний підхід до міста є загальнонауковим. Його суть полягає в трактуванні міста як складного організму в системі зв'язків між елементами, що його утворюють, і “зовнішнім” соціальним і природним середовищем. Таке трактування неминуче веде до уяви, що екологічний підхід є міждисциплінарним, оскільки всі ці зв'язки є не лише соціальними, економічними чи культурними, але ресурсними, енергетичними та інформаційними. Причому, останні завжди залежать від суспільної мети і цінностей. Тому екологічний аналіз міста є одночасно і соціальним.

“Автономну екосистему” або біогеоценотичний покрив з його біологічним началом можна по-справжньому вивчати лише у випадку бачення “соціального”: суспільно-економічних стосунків на всіх етапах урбанізації природи, естетичних уявлень попередніх і сьогодишніх поколінь, наукового розуміння антропогенних змін і їх наслідків передусім для живої природи та її генопласту, включаючи і людську популяцію.

Місто — середовище життя людей. Якість життя твориться у взаємодії людини і середовища. Це поняття подібне до екологічної ніші, яку творить організм у межах свого місцезростання. М.Ф. Реймерс, вивчаючи співвідношення соціального й екологічного, поділяє структуру середовища життя людей на п'ять основних складових:

- 1) природне середовище, здатне до умовної нескінченної самопідтримки;
- 2) квазіприродна, яка самодеградує без підтримки людини;
- 3) артеприродна, де велика кількість елементів створена людиною і не



трапляється в природі. Ці компоненти урбоєкосистеми саморуйнуються навіть при підтримці людини;

4) матеріальне соціальне середовище, яке формується згаданими вище складовими, створює конкретний інформаційний клімат (природа батьківщини, її культурні ландшафти, пам'ятки культури і т.п.);

5) соціально-духовне середовище.

Автор ці складові укладає в схему співвідношення природного, квазі-природного, артеприродного і соціального середовища життя людини (рис. 3.1).

Створена автором модель — матриця людина—суспільство (в нашому випадку міської громади) “анатомує” особистість і спілку, дає змогу з еколого-синтетичних позицій підійти до проблеми їх взаємостосунків з середовищем життя, які відбивають потреби людей.

В.С. Преображенський, Г.А. Райх (1987), створюючи територіально-антропоекологічну модель міста, розглядають його таким чином:

1. Як систему, що цілісно реагує на зовнішні фактори, якими є зміни в його середовищі, подані або у вигляді суперсистеми, або систем рівного рангу (суміжних територіальних антропоекологічних або природних систем).

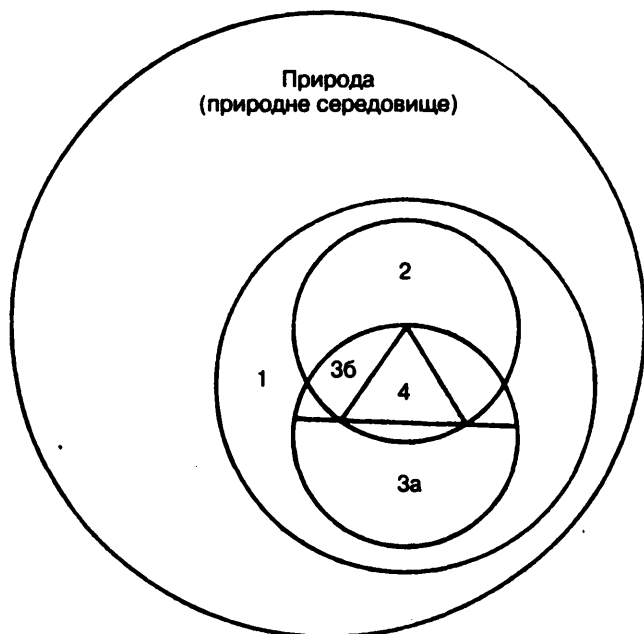


Рис. 3.1. Співвідношення середовища життя людини:

1 — квазіприродне середовище, 2 — артеприродне середовище, 3а — матеріальна культура, 3б — духовна культура, 4 — людина (людство).



2. Як екологічну систему, яка виступає в якості “дому-ойкос”, послуго-вуючи системі “господаря” — мешканців міста (соціальна підсистема).

3. Як систему антропо(демо)-екологічну, тобто таку, де центральним елементом виступає людина.

4. Як систему соціоекологічну.

Запропонована авторами модель складається з двох основних частин (“якою управляють” і “яка управляє”) й є об’єктом складних міждисциплінарних досліджень: загальнобіологічних, медико-біологічних, соціальних, економічних та ін.

3.2. СКЛАДНА ФОРМУЛА СИСТЕМИ “МІСТО”

Цікавим є підхід до побудови моделі міської екосистеми польського вченого А.Костровицького (1979), який вирізняє в ній підсистему управління, оскільки вона “відбиває соціальні завдання в будь-яких умовах її автономності”, а також просторову підсистему. Тоді система міста розглядається як функція не лише природної, соціальної і технічної підсистем, а ще й простору (Пр) і управління (У). Наведена раніше формула має такий вигляд:

$$УЕС = \Phi(П + С + Т + Пр + У).$$

Концептуальна модель керованої міської екосистеми (урбоекосистеми) дає змогу сьогодні, коли формується планетарна ноосферна свідомість, забезпечити “існування об’єктивних передумов для розвитку квітучих природних комплексів на урбанізованих територіях” (Шварц, 1974). Адже управління на рівні міської ради може усунути негативні впливи технічної та соціальної підсистем, гармонізуючи взаємодію всіх підсистем.

А. Костровицький цілком обґрунтовано і закономірно вводить у свою модель підсистему “просторова структура”, оскільки за весь період історії міст крім природного середовища (біотичних і абіотичних компонентів ландшафту) освоювався і простір (Кучерявий, 1984).

Щоби краще уявити процес освоєння на території міста природно-територіальних комплексів (ПТК), слід включати у наведену формулу ще одну функціональну залежність — часову (Ч). Підсистема “час” потрібна не лише для дослідження генезису природних екосистем, але і для складання довготривалих прогнозів, прийняття управлінських рішень.

Сучасна міська екосистема перебуває також у функціональній залежності від зовнішньо-внутрішньої підсистеми “енергія”. Крім сонячної місто отримує додатково велику кількість антропогенної енергії, яка стала передусім для великих і дуже великих міст планетарно-кліматичним фактором.



Отже, функціональна формула міської соціоекосистеми має такий вигляд:

$$УЕС = \Phi(П + С + Т + Пр + Ч + Е + У + А),$$

де УЕС — урбоекосистема; П — природна підсистема (структура і функціонування атмосфери, гідросфери, літосфери, педосфери, фітосфери і біосфери); С — соціальна підсистема (соціальна структура населення міста, суспільно-економічні, біологічні та інтелектуальні аспекти); Т — технічна підсистема (структура і види житлових умов, роботи, транспорту, послуг, обороту інформації); Пр — простір, який обумовлюють природна і технічна підсистеми; Ч — час, за який досліджуються зміни в урбоекосистемі: у минулому, теперішньому і майбутньому; Е — енергетична підсистема (матеріально-енергетичний потік з навколишнього середовища); У — підсистема управління (прийняття адміністративних, організаційних, політичних та економіко-технологічних рішень на рівні міста); А — підсистема державних рішень (на рівні “центру”) із біокібернетичних позицій.

На рис. 3.2 зображена схема кібернетичних взаємозв'язків у міській соціоекосистемі, де NP_m — джерело матеріальних ресурсів, які забезпечують життєдіяльність біоценозів; NP_e — джерела енергетичних ресурсів (сонячна радіація, тепло тощо); N_b — джерело збурювання; Z_{ou} — век-

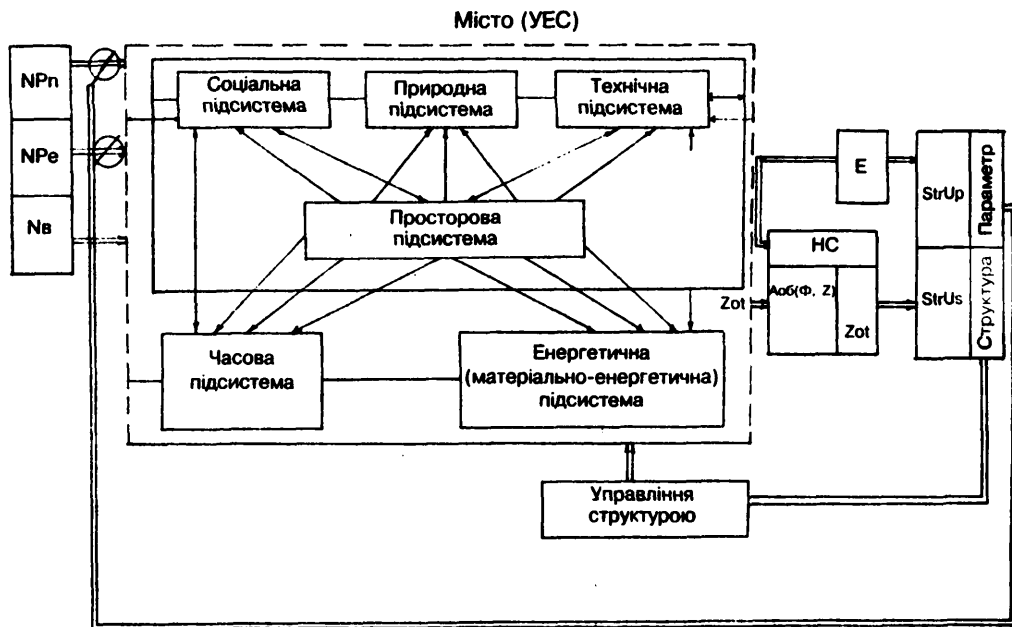


Рис. 3.2. Схема кібернетичних взаємозв'язків в урбоекосистемі (ноосферне управління).

тор стану об'єкта управління; P_s — споживач ресурсів (в цьому блоці створюється життєзабезпечення системи); $A_{об}(Ф, Z)$ — оператор об'єкта управління; HC — система спостереження (спостерігач) із алгоритмом обробки інформації; $Z_{ог}$ — оцінка параметрів стану керованої екосистеми; E — еталонний блок; $StvUp$ — стратегія управління параметрами; $StvUs$ — стратегія управління структурного об'єкта.

Побудову і реалізацію моделей керованих міських екосистем слід розглянути як основу забезпечення стійкого стану або як гомеостаз міської екосистеми з урахуванням інтересів не лише людини, але й усього живої і неживого.

3.3. ТИПИ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ УРБОЕКОСИСТЕМИ

Розглянемо функціонування урбоекосистеми в складі соціально-технічного (C, T, Y), екологічного (Π), просторово-часового ($\Pi, Ч$) і матеріально-енергетичних (E) блоків (рис. 3.2). У теперішньому ноосферному розумінні $УЕС = Y$, тобто це урбоекосистема, якою можна управляти. Як бачимо зі схеми кібернетичних взаємостосунків, в урбоекосистемі, де еталонний блок завдяки регулятору системи управління перебуває у взаємозв'язку з блоком реальної урбоекосистеми, підтримуючи її в стані гомеостазу, маємо справу з реальним управлінням.

Моделювання урбоекосистем має важливе значення для дослідження і виявлення конкретних форм ноосфергенезу, у вирішенні проблем антропо-екологічних процесів і біосферно-ноосферного районування, яке пов'язане з територіальною неоднорідністю міст.



Досліджуючи взаємозв'язки урбоекосистеми, виходимо з причинно-наслідкових залежностей та існування між окремими елементами міського середовища різних зворотних зв'язків, як негативних, так і позитивних: чисте повітря—забруднене повітря, чиста вода—забруднена вода, акустичний оптимум—акустичний максимум, сприятливий клімат — кліматичний дискомфорт, озеленені вегетуючі території—мертва підстилаюча поверхня. Таких протиріч значно більше, вони безпосередньо і опосередковано відбиваються на функціонуванні міської екосистеми і добре простежуються на адаптованій схемі основних зв'язків міської екосистеми А. Костровицького (рис. 3.3).

Автор об'єднує позитивні і негативні зв'язки, беручи до уваги зменшення або збільшення можливостей системи, в декілька груп: 1) *суплементивні* ($++$) — збагачують взаємодіючі системи, піднімають їх на вищий організаційний рівень; 2) *компенсаційні* (00) — компенсують завдані вит-



		Входи		Підсистеми						
		Адміністративно-державні рішення	Матеріально-енергетичні потоки з оточуючого середовища	Урбоекосистема	Управління	Просторова	Часова	Природна	Соціальна	Технічна
Входи	Адміністративно-державні рішення	Д	Г-Е	Г-УЕС	Г-У	Г-Пр	Г-Ч	Г-П	Г-С	Г-Т
	Матеріально-енергетичні потоки з оточуючого середовища	Е	Е-Д	Е-УЕС	Е-У	Е-Пр	Е-Ч	Е-П	Е-С	Е-Т
Урбоекосистема		УЕС	УЕС-Д	УЕС-Е	УЕС-У	УЕС-Пр	УЕС-Ч	УЕС-П	УЕС-С	УЕС-Т
Підсистема	Управління	У	У-Д	У-Е	У-УЕС	У-Пр	У-Ч	У-П	У-С	У-Т
	Просторова	Пр	Пр-Д	Пр-Е	Пр-УЕС	Пр-У	Пр-Ч	Пр-П	Пр-С	Пр-Т
	Часова	Ч	Ч-Д	Ч-Е	Ч-УЕС	Ч-У	Ч-Пр	Ч-П	Ч-С	Ч-Т
	Природна	П	П-Д	П-Е	П-УЕС	П-У	П-Пр	П-Ч	П-С	П-Т
	Соціальна	С	С-Д	С-Е	С-УЕС	С-У	С-Пр	С-Ч	С-П	С-Т
	Технічна	Т	Т-Д	Т-Е	Т-УЕС	Т-У	Т-Пр	Т-Ч	Т-П	Т-С

Рис. 3.3. Основні зв'язки урбоекосистеми (за А.Костровицьким, 1979)

-  — зв'язки основного значення
-  — менш суттєві зв'язки

рати, причому організаційний рівень систем не знижується; 3) *редукційні* (++) — сприяють заміні порушених зв'язків (або елементів) іншими поза тією ж підсистемою; 4) *деструктивні* (- -) — в яких під дією ланцюгів зворотного зв'язку порушується функціонування взаємодіючих підсистем, причому залежно від інтенсивності зворотності явищ виникають: а) *деградації*, внаслідок яких дана система переходить з вищого організаційного рівня на нижчий, зберігаючи, однак, можливості для свого функціонування; б) *дегенерації* з глибокими змінами, що порушують функціонування системи (ознакою дегенерації, крім недорозвинутості, є також гіпертрофія, наприклад, евтрофія водних екосистем); на відміну від деградацій процеси дегенерації незворотні; в) *дисфункції*, які обмежують можливості виконання екосистемою функцій (річка, взята в колектор); г) *дскомпозиції*, які є наслідком порушення просторової структури екосистеми (терикони, висотна забудова).

Основне завдання урбоекології — це розробка принципів, які попереджують виникнення негативних зв'язків у межах системи міста. Ці принципи повинні стосуватися як усієї системи, так і зон її безпосереднього і опосередкованого впливу. Для цього необхідні спеціальні дослідження, особливо дослідження взаємодій, їх сили і інтенсивності, розподілу у часі і в просторі. В процесі досліджень враховуються шість основних ознак стану урбоекосистеми:

1. Характер зв'язків (односторонні, двосторонні, багатосторонні).
 2. Місце прояву наслідків (безпосередні типу $A <> A$; опосередковані типу $A > B > C > A$ і т.п.).
 3. Час, за який виявляються впливи (негайні, річні, багаторічні).
 4. Характер дії та методи їх вимірювання (фізичні, які вимірюються в прийнятих одиницях виміру, біологічні, соціальні й економічні).
 5. Сили дії (у випадку відсутності кількісних даних — за 5-бальною системою).
 6. Дальність дії (місцеві, локальні, районні, міжрайонні та ін.).
- Отже, на природну підсистему — автономну екологічну систему — проектуються всі окремо взяті або пов'язані між собою підсистеми, а в окремих випадках і вся урбоекосистема.

3.4. ЕКОЛОГІЧНИЙ БЛОК УРБОЕКОСИСТЕМИ

Життя і діяльність людини пов'язані з конкретним, досить тонким шаром біосфери — “плівкою життя” (Аболін, 1925), біогеоценотичним покривом (Сукачов, 1964). В.І. Вернадський (1967) називав цей шар “жи-

вою речовиною”, інші автори — “вітасферою” (Александрова, 1971), “біогеосферою” (Диліс, 1978), “біогеоценотичною оболонкою” (Сукачов, 1964) і т.п. У біогеоценотичному шарі сконцентрована основна маса існуючих живих організмів. Тут активно, в тісній взаємодії фітоценозів, зооценозів і мікробіоценозів перебігають біоценотичні процеси. Вважають, що до біогеоценотичного шару (вітасфери) суші належать біоценози та нижні шари тропосфери потужністю в декілька десятків метрів, а також ґрунт з підґрунтям — місце зосередження кореневих систем рослин, мікроорганізмів і багатьох видів тваринних організмів.

Місто існує в межах біосфери, пише акад. М.А. Голубець (1997), займає певний екологічний простір і має в своєму складі незмінну екологічну підсистему. Вона виникла на місці природних лісів, лучних та степових екосистем, компоненти яких редукованими чи антропогенно перетвореними увійшли до складу міських соціоекосистем. Міська територія, з якої уявно вилучається соціальний компонент, наближається до таких екосистем, як рукотворний ставок чи штучне рослинне угруповання, в якому вимальовуються певний видовий склад організмів, трофічні зв'язки між ними, особливості ґрунтового покриву (у парках, скверах), газообмін чи біотичний кругообіг. Тому цю територію (міський об'єм біосфери чи біогеоценотичного покриву) можна розглядати як своєрідну екосистему, як екологічний блок міської соціальної системи (соціосистеми). Саме цей блок, а не ціле місто доречно називати екосистемою (урбооекосистемою), беручи до уваги, що вона ніколи не існує самотійно, а завжди є одиницею, підпорядкованою міській соціосистемі, є її структурною підсистемою.

Слід зауважити, що місто (з лат. *urbs*) — це явище суспільне (з лат. *societas* — суспільство), і підпорядкування йому екосистеми (природного блоку) не зовсім виправдане. Незважаючи на намагання людини “царювати” над природою, природна підсистема все ж залишається у місті автономною і дуже часто проявляє свій “характер”: в карстових зонах провалюються будинки, розмиваються набережні, зносяться мости, ерозійні потоки руйнують ґрунтовий покрив, а повітряні потоки у висотній забудові взимку нагадують холодні гірсько-долинні вітри.

Елементарною структурною одиницею міської екосистеми або ж біогеоценотичного покриву, за В.М. Сукачовим (1964), є *біогеоценоз*, який включає конкретне угруповання організмів, а також ґрунт, ґрунтову воду і нижні шари тропосфери. Його межі можна визначити головним чином за межами фітоценозу. Водночас В.М. Сукачов зауважує, що може бути і такий випадок, коли біоценозом варто вважати й утворення, в яких не-



має рослинного покриву, але існують живі організми (кар'єр, терикон, заасфальтований майдан). Подібно до В.І. Вернадського, автор вчення про біогеоценози бачить безперервним біокосне тіло, що дає можливість заглибитися у вивчення біогеоценозів, які не маркіровані фітоценозами.

Такий підхід має принципове значення для вивчення біогеоценотичного покриву міських екосистем, оскільки окремі автори ставлять під сумнів наявність у містах, крім паркових, будь-яких інших біогеоценозів. Дослідження міських екосистем, здійснене вітчизняними і закордонними авторами (Голубець, 1989; Яницький, 1984; Одум, 1986; Ellenberg, 1973; Zimny, 1976), засвідчує протилежне. Це дало змогу зробити висновок, що урбанізовані екосистеми (безперечно, покриті тією ж планетною півкою життя) і є компонентами біогеоценотичного покриву. Такий підхід дає змогу німецьким вченим (Білвітц, 1980; Зукопп та ін., 1987) вирізнити на урбанізованих територіях "метаемеробні" екосистеми (мертві підстилаючі поверхні).

Переходячи до розкриття поняття "місто як екосистема", звернемо увагу на понятійний апарат, який стосується двох близьких визначень "біогеоценоз" і "екосистема". Ю. Одум (1963) розглядає ці два терміни як синоніми. До того ж висновку доходить П.Н. Второв (1971), який не виключає, що "їх (концепції екосистеми і біогеоценозу) зближення в подальшому приведе до повного злиття і збагачення". М.В. Диліс (1968, 1978) та інші автори (Гіляров, 1980; Рісін, 1980; Мелехов, 1980) вважають, що біогеоценоз — це екосистема в межах фітоценозу. В.Д. Александрова (1971) вважає поняття "екосистема" більш універсальним, ніж "біогеоценоз". Н.Е. Кабанов (1974) у своїй спеціальній статті "Екосистема і біогеоценоз" стверджує, "що термін екосистема має нечіткі межі і тому варто надавати перевагу терміну "біогеоценоз", який зберігає своє глибоке наукове і разом з тим практичне значення".

Розглянемо визначення екосистеми К. Віллі і В. Дем'є (представники західної екологічної школи): *екосистема — це звичайна одиниця, яка складається з ряду живих і неживих елементів, внаслідок взаємодії яких створюється стабільна система, а між живими і неживими компонентами створюється кругообіг речовин*. Це визначення за змістом не розбігається з визначенням біогеоценозу В.М. Сукачова (1964), за винятком його "прив'язки" до конкретної ділянки земної поверхні в межах "біогеоценозу" або "фітоценозу".

Багатовимірність сучасного поняття "екосистема" дає змогу розширити таксономічну ієрархію: від "біогеоценозу" як елементарної екосисте-

ми до глобальних екосистем, якими є, крім великих природних комплексів (ліси, степи, моря, гори), і міські екосистеми великих урбанізованих територій. Однак має право на існування як екосистема, так і консорція, яка може входити до складу біогеоценозу, а може існувати і поза ним. Біогеоценоз відрізняється від консорції складністю геофізичних і біохімічних потоків (рис. 3.4).

Екосистема, як і біогеоценоз — об'єкт біогеоценологічних досліджень, відзначає М.А. Голубець (1982), має чимало позитивного: “дає змогу створювати струнку систему впорядкованих біогеоценологічних таксонів, починаючи від консорції і закінчуючи біосферою, а також вирізнити при цьому антропогенні системи типу населених пунктів, промислових центрів та ін.” Екосистемний підхід дав можливість авторові — одному з перших вітчизняних екологів — дійти висновку, що місто є штучною екосистемою (1982). Ще раніше (1979), на Всесоюзній конференції з проблем комплексного управління міським середовищем, автор підкреслював, що динамічну рівновагу міських екосистем підтримує суспільна діяльність людей і функціонування таких міст можливе лише за умови додаткового потужного притоку речовини і вільної енергії із сусідніх екосистем.

З природознавчої точки зору місто, за М.А. Голубцем (1979, 1997), являє собою штучну екосистему, в якій живе людина і де під впливом її господарської діяльності відбуваються такі процеси: 1) значно змінюються склад і структура всіх блоків існуючої до появи міста природної екосистеми; 2) домінують горизонтальні канали трансформації речовини і енергії; 3) спостерігаються надзвичайна потужність міжсистемних зв'язків і сильний, переважно негативний вплив на суміжні природні екосистеми; 4) нагромаджується надлишок теплової енергії; 5) механізми саморегулювання значною мірою замінюються механізмами антропогенної регуляції.

Щоби збагнути логіку складних взаємозв'язків у такій глобальній екосистемі, якою є урбоекосистема, необхідно виходити поки що з невеликих досягнень нової галузі знань, яка одержала назву “екологія екосистем” (Одум, 1975), або “екологія систем” (Казенс, 1982). Досліджуючи екосистему з функціональної точки зору, її аналізують у шести основних напрямках: а) потоки енергії; б) кормові ланцюги; в) просторова структура; г) біохімічні кругообіги; д) розвиток і еволюція; е) управління (кібернетика).

Екосистема є окремим випадком спільного поняття системи — зібрання взаємодіючих реальностей або набір частин і взаємозв'язків між ними (Спурр, Барнес, 1984). Систему називають відкритою, якщо вона має входи і виходи. При цьому вона залишається відкритою, доки в ній хоча б одна з “реальностей” жива.

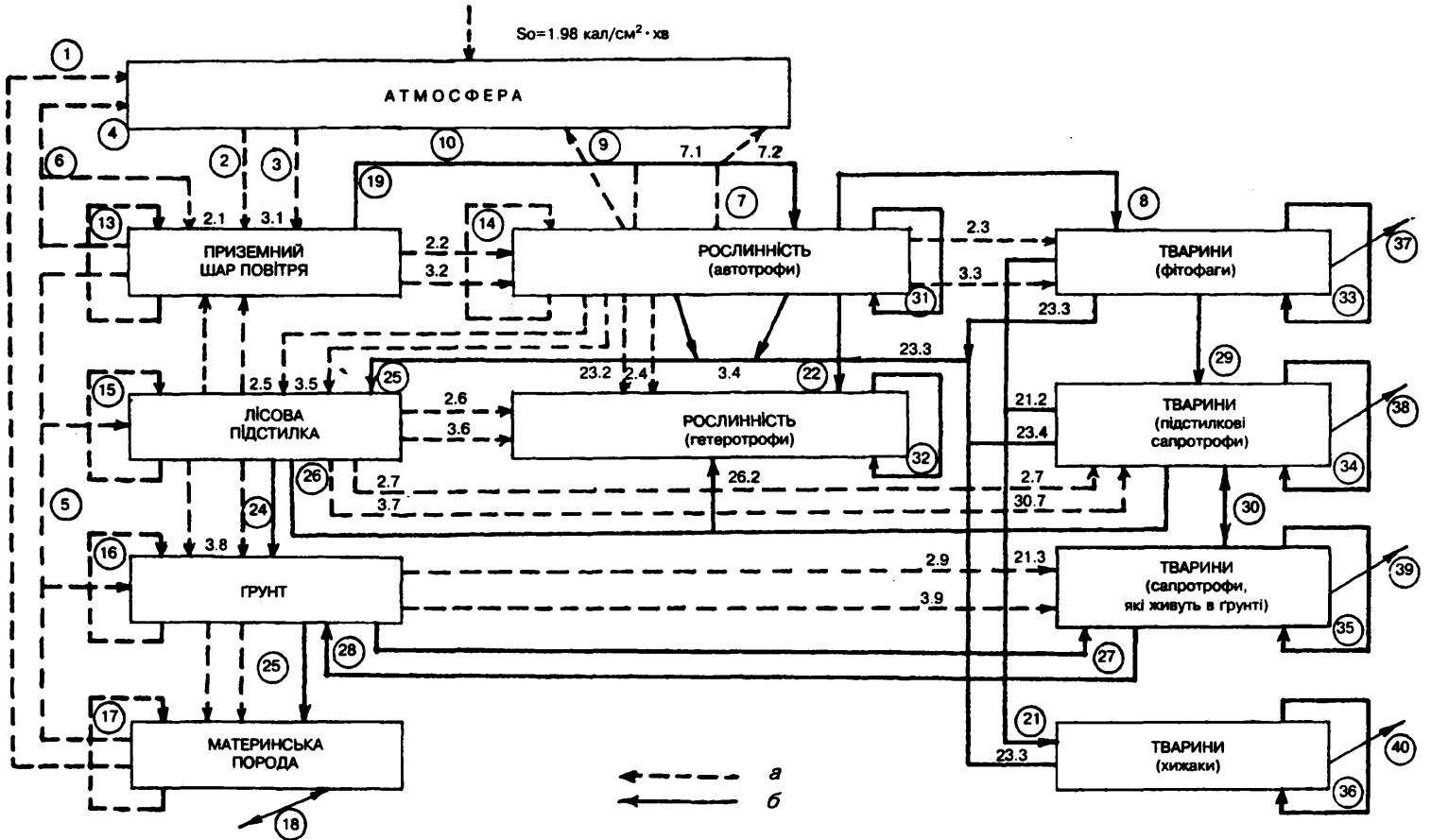


Рис. 3.4. Найголовніші геофізичні та біохімічні потоки енергії у лісових біогеоценозах (за Уткіним, 1980).

Зіставляючи розроблені Елленбергом (1971) схеми ряду природних штучних екосистем (рис. 3.5), бачимо, що в міській екосистемі необхідні виділити широкую різноманітність екосистем нижчого рангу — біогеоценози, які покривають місто і його приміську зону (в радіусі урбанізаційного природного оточення). Тим більше, що рівень антропогенізації біогеоценозів, наприклад, у Львові порівняно з іншими містами заходу України є значно вищим. У Львові цей процес посилюється від периферії до центру, що дало змогу диференціювати комплексну зелену зону міста на еколого-фітоценотичні пояси (Кучерявий, 1981; 1986).

Г. Елленберг, вирізняючи і порівнюючи екосистеми — природну, штучно-сільську (агробіогеоценоз) і штучну міську (промисловий центр), звертає увагу на те, що в процесі заміни природних екосистем штучними в екосистемі з'являються нові характерні риси, зокрема послаблюється автотрофний блок, порушуються трофічні зв'язки і т.п.

На жаль, цей аналіз дає уявлення лише про різницю між екосистемами різних ієрархічних і антропогенних рівнів. Вивчення міських екосистем вимагає системного аналізу, який, за Дейлем, дає змогу вирішити проблеми тільки тоді, коли цей пошук має такі фази: 1) ідентифікація всіх суттєво необхідних компонентів; 2) визначення взаємозв'язків між

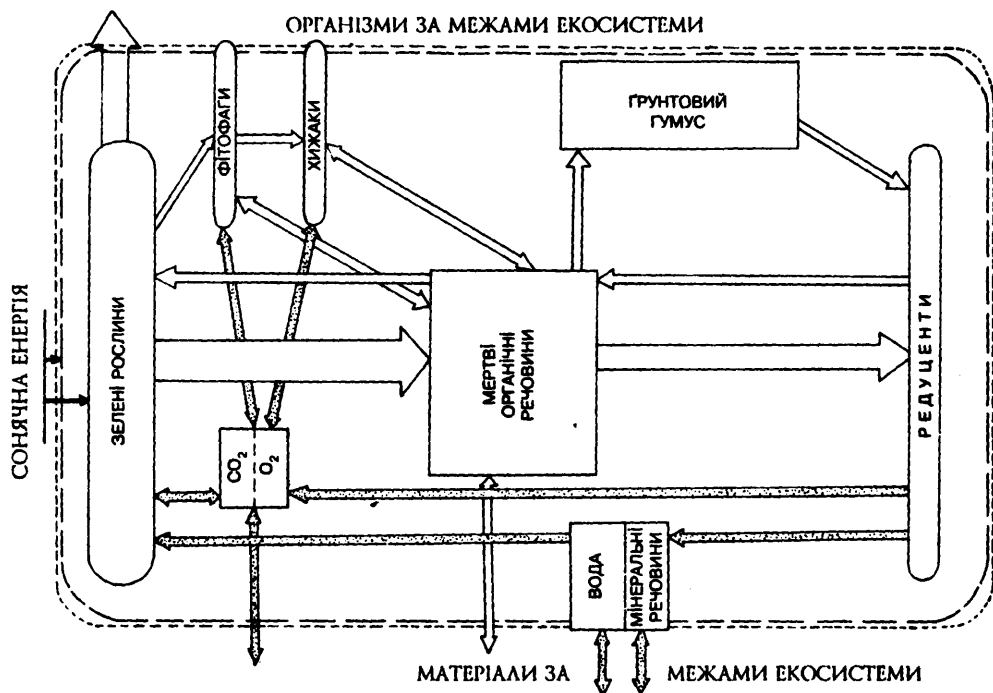


Рис. 3.5, а.



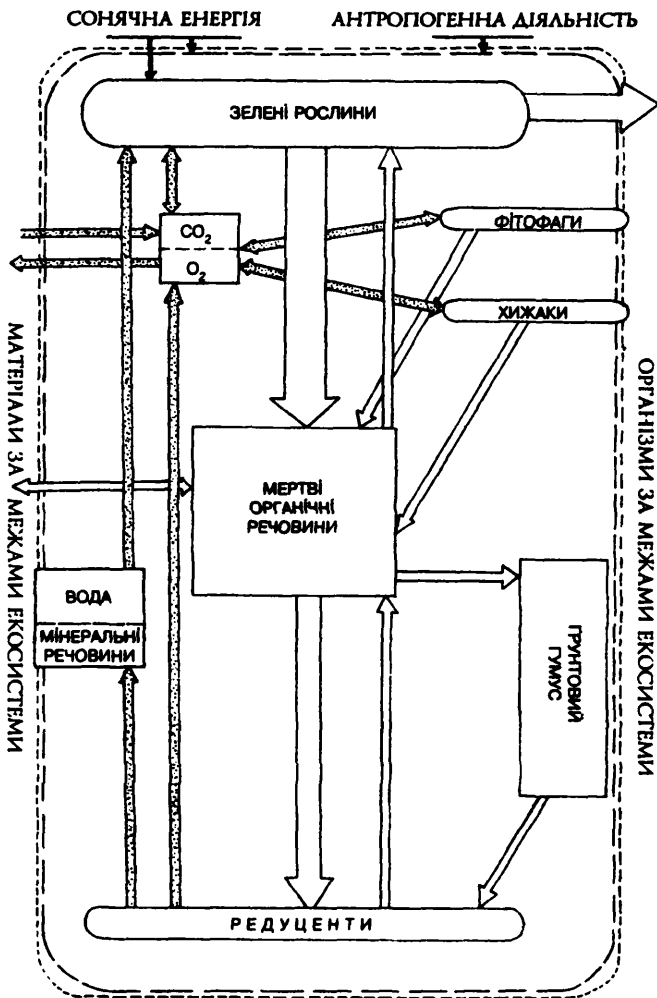


Рис. 3.5. б.

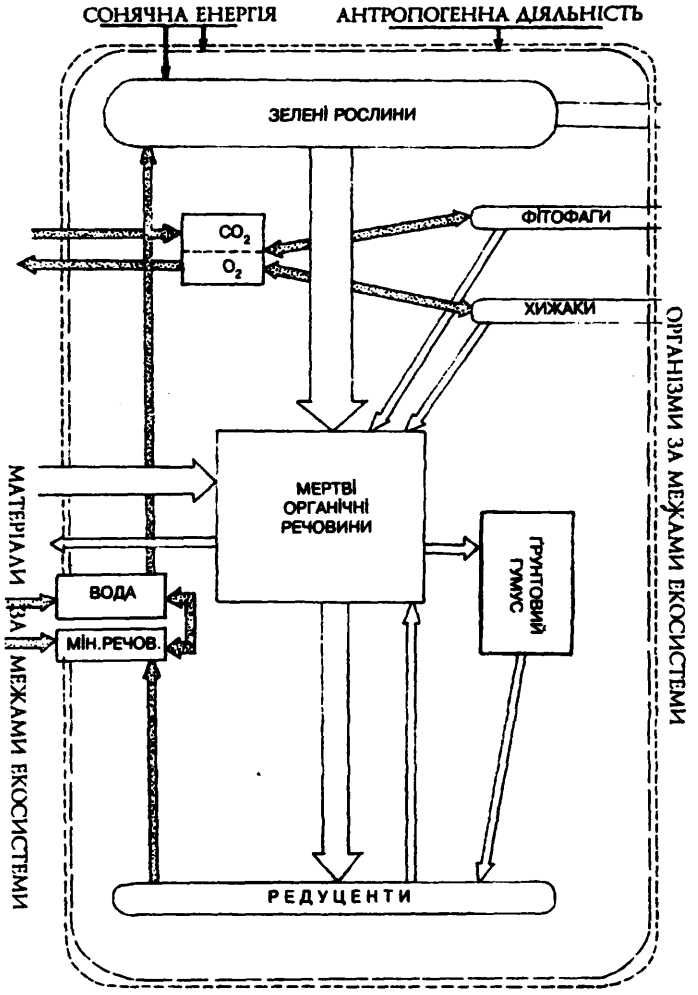
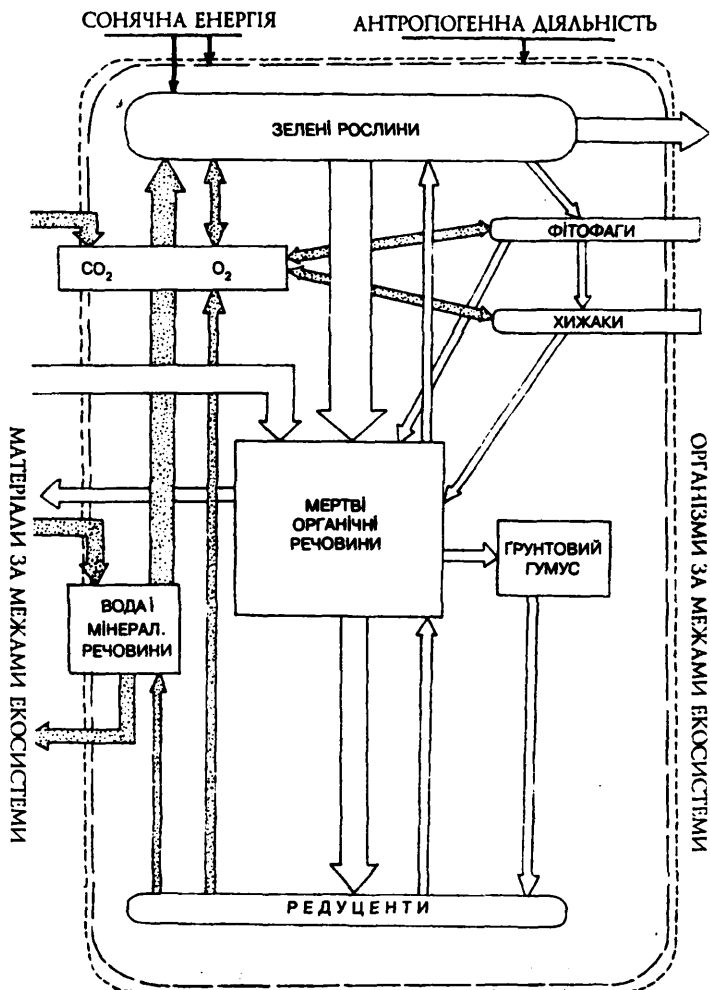


Рис. 3.5, 6.



131



УРБЕКОЛОГІЯ

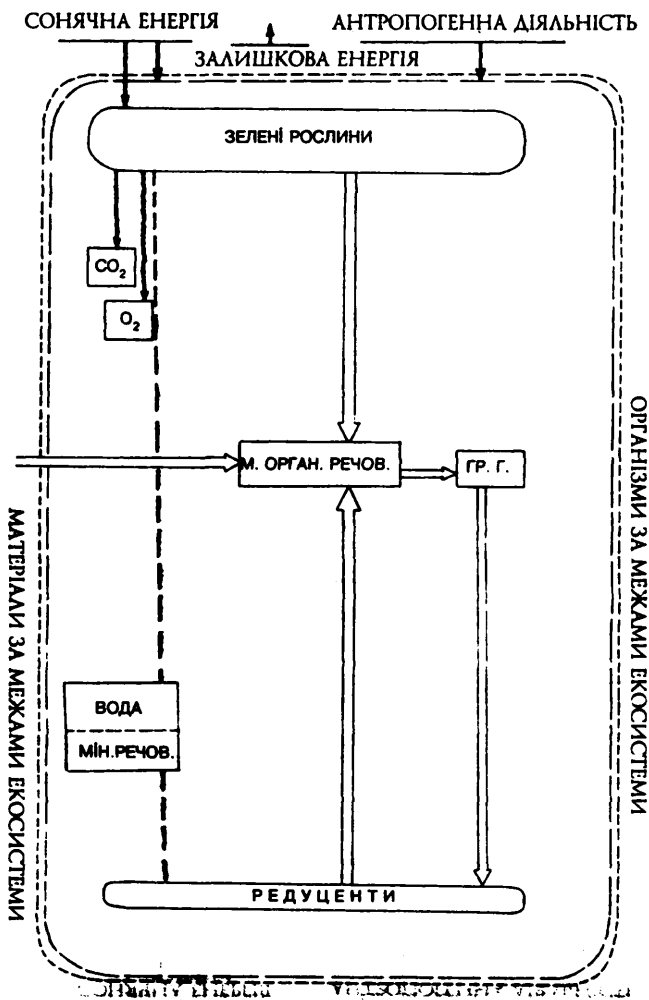


Рис. 3.5, 2

СОНЯЧНА ЕНЕРГІЯ АНТРОПОГЕННА ДІЯЛЬНІСТЬ

ЗАЛИШКОВА ЕНЕРГІЯ

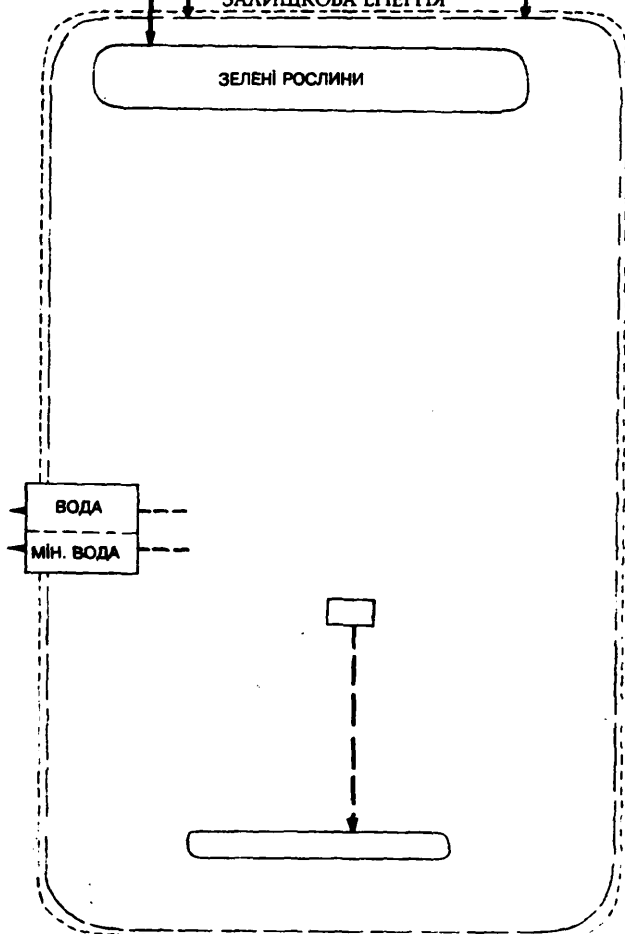
ЗЕЛЕНІ РОСЛИНИ

ВОДА

МІН. ВОДА

МІСТО ЯК СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНА СИСТЕМА

Рис. 3.5, а



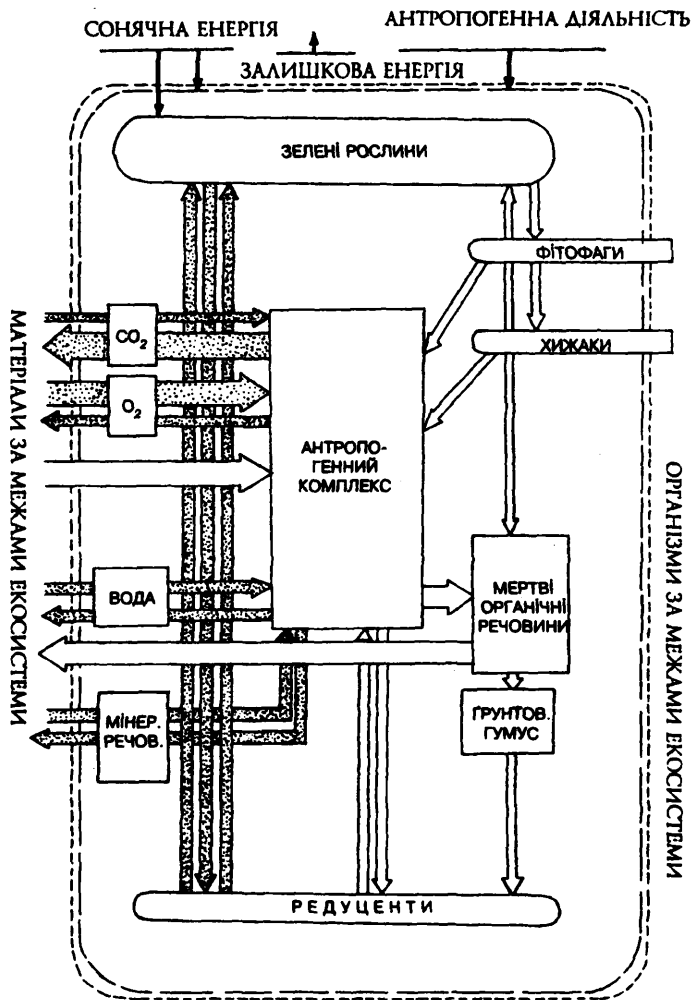


Рис. 3.5. Генетичне екологічних систем урбанізованих територій і схеми їх структурно-функціональної організації (а-е)

Рис. 3.5, а

вибраними компонентами; 3) специфікації механізмів, які є запорукою змін в екосистемі (розподіл властивостей за компонентами); 4) рішення і оцінка моделей з реальним їх виходом. Такий підхід дає змогу досліджувати великі інтегровані системи природи, якими є великі та дуже великі міста.

Ландшафтно-типологічний аналіз міст дає можливість виділити п'ять екосистемних рівнів досліджень: 1) міської екосистеми (в межах міста і його природної зони) — урбоекосистеми, чи біогенетичного покриву; 2) суміжних екосистем (водороздільних, урбогенних, техногенних, агрогенних і т.п.); 3) біогеосистем (груп біогеоценозів); 4) біогеоценозів у межах фітоценозу; 5) консорцій. Останній рівень досліджень має принципове значення, оскільки порушення в містах континуальної фітоценотичної тканини призвело до появи великої кількості організмів (головним чином дерев), які розвиваються поза ценопопуляціями і традиційними фітоценотичними зв'язками (посадки на вулицях і площах, які займають значні території).

Міста з їх функціонуючими підсистемами розрізняють за рівнем екологічної напруженості факторів. Наприклад, серед семи міст заходу України вирізняється особливостями соціальної, технічної, просторової, часової й енергетичної підсистем крупне (за існуючою класифікацією) місто Львів. Якщо більшість міст в цьому регіоні розвиваються з перевагою в них адміністративно-господарських функцій, то у Львові внаслідок непередуманого планування і екстенсивного розвитку промисловості переважає індустріальна функція, яка і є “підбурювачем спокою” як в місті, так і за його межами.

Акценти, зроблені на превалювання функцій — індустріальних або адміністративних, мають суттєве значення. Передусім вони відповідають внутрішньому змісту розвитку міст. Наприклад, питома вага промислового потенціалу Львова приблизно у 2–3 рази вища, ніж сусідніх обласних центрів. А це, в свою чергу, є свідченням рівня індустріалізації й урбанізації міських ландшафтів. Показником урбанізації є питома вага заможених і забудованих територій, які у Львові становлять 60% проти 35–45% у сусідніх містах. Бралися до уваги також викиди промисловості і транспорту в атмосферу і загальна забрудненість, в тому числі і теплова, навколишнього середовища. Основні висновки, зроблені внаслідок аналізу двох різних за рівнем урбанізації міських екосистем, такі (Голубець, 1979, 1989):

1. Чим більше місто, тим більше в ньому проявляється, за образним виразом Ю. Одума, “паразит біосфери”. Про це свідчать зсунення у великих містах, таких, як Львів, природного рослинного покриву — ав-

тотрофного блоку екосистеми (XVII ст. — 75%, XVIII — 70, XIX — 60, XX ст. — менше 39%).

2. Великі міста споживають більше кисню, ніж продукують. Водночас вони виділяють більше вуглекислого газу, хоча автотрофний блок не засвоює його і половини.

3. У великих містах з їх великою площею горизонтальних і вертикальних штучних поверхонь, які акумулюють і сонячну енергію, відчутно проявляється явище ентропії. Якщо взяти до уваги антропогенне тепло (ТЕЦ, транспорт, тепло мільйона людей), то можна виявити його надлишок.

4. Різко зменшується кількість природних радіальних і латеральних потоків за рахунок штучних, особливо латерального походження — перенесення великої кількості органічних і мінеральних забруднюючих речовин у внутрішню і зовнішню частини міської екосистеми.

5. Виразно проявляється агресивність міської екосистеми стосовно сусідніх екосистем: лісових, лучних, болотних, а також штучних агроекосистем.

6. Подальший розвиток міських екосистем неможливий без створення надійного механізму штучної регуляції.

Отже, міська екосистема (урбоекосистема) являє собою мозаїку природних і штучних біогеоценозів, які перебувають у різній стадії фітогенезу: зародження, розвиток і відмирання. Всі вони підвладні постійно зростаючому антропогенному пресу й являють собою переважно антропогенні сукцесії.

3.5. ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ БІОГЕОЦЕНОТИЧНОГО ШАРУ

Для вирішення питання про те, належить той чи інший антропогенний біогеоценоз (або екосистема) до біогеоценотичного шару або його не можна вважати складовою частиною останнього, необхідно, за висловом М.А. Голубця (1982), визначити ті ознаки й екстремальні показники структурно-функціональної організації, за якими біогеоценоз не можна вважати біотичною системою. Важлива риса біогеоценозу — це наявність основних показників, що характеризують угруповання: трофічна структура, швидкість фіксації енергії і потік енергії, ефективність, стійкість, різноманітність, розподіл відносної значущості видів, стадія існування і т.п. Важливе значення в умовах антропогенних деградацій має, на думку автора, “запас органічних речовин, які залишилися від попередніх біогео-

ценозів, що існують на даній території, або каналів надходження органічної речовини з інших біогеоценозів”.

В основу існування та функціонування біогеоценозів як цілісних систем покладені більш-менш тісні зв'язки між структурними компонентами, які виражаються в переносі енергії і речовин як усередині системи (внутрішні процеси), так і між системою і зовнішнім середовищем. Гомеостаз біогеоценозів зумовлений виключно процесами, пов'язаними з надходженням, трансформацією і використанням енергії. Незважаючи на складність взаємодії процесів, що відбуваються в біогеоценозі, метод синтезу дає змогу виділити в межах біоценотичних систем окремі підсистеми вищого і нижчого рівнів, а значить, диференціювати біогеоценози за рівнем їх структурно-функціональної організації.

Диференціація, або прогноз, біогеоценозу як системи здійснювалась за допомогою прецеденту на оперативному рівні, тобто методом “чорного ящика”, де вихідні дані пов'язані зі зміною вхідних даних. Схема “чорного ящика” являє собою екосистему, яка складається з трьох взаємодіючих підсистем, або процесів: а) первинна продукція; б) споживання живої органічної речовини; в) споживання неживої органічної речовини. Як бачимо з рис. 3.5, інтенсивність процесів залежить не тільки від вхідних даних, вхідних змінних, але і від змінних стану, від рівня нагромадження в системі різної біомаси і неживої органічної речовини. Слід звернути увагу на стрілки, які вказують на механізми зворотного зв'язку. Наприклад, діяльність трав'янистих знижує усталену величину перемінної, біомасу і, отже, ступінь первинної продукції. Диференціація біогеоценозів за станом автотрофного блоку дає змогу розділити їх на великі групи, які різняться як своєю продуктивністю, так і фізіономічністю.

Суттєве значення має визначення меж біогеоценотичного покриву. Угрупування рідко мають чіткі межі і майже непомітно переходять одне в інше. Однак якщо вважати екосистему “відкритою”, а не “закритою” і брати до уваги, що через неї проходить безперервний потік речовини, енергії і організмів, цю трудність можна частково подолати і тим самим зробити поняття угруповання кориснішим.

Питання про обсяг біогеоценозу як елементарної ділянки земної поверхні (біоценотичного шару) і критерії визначення його простору і часових меж розглядають багато авторів (Тимофєєв-Ресовський, 1961; Діліс, 1968; Рисін, 1980 і ін.). На їхню думку, з вирішенням цього питання пов'язане питання про критерії систематизації і класифікації біогеоценозів.

Приступаючи до класифікації біогеоценотичного шару комплексної зеленої зони міста, яка згідно з Інструкцією з проектування комплексних



зелених зон міст і робочих селищ Української РСР (Кучерявий, 1984) являє собою “єдину систему взаємозв’язаних елементів ландшафту міста (селища міського типу, групи міських населених пунктів) і прилеглого району, забезпечує комплексне рішення питань озеленення й обводнення території, охорони природи і рекреації і спрямована на поліпшення праці, побуту і відпочинку трудящих”, розглядаємо біогеоценози як елементи ландшафту.

Наукова дискусія 60-х років з питань географічної “фації” і екологічного “біогеоценозу” (Киреев, 1980) в кінцевому наслідку привела до думки, що „біогеоценоз — це фізико-географічна фація, але розуміється як енергетична система. Біогеоценологічний підхід, відповідно до вчення В.М. Сукачова (1964), припускає, що фацію досліджують з точки зору обміну речовин між організмами і абіотичним середовищем, трансформації енергії і її переміщення усередині фації.

А.А. Молчанов, В.А. Губарєва (1980) відзначають: “Кругообіг хімічних елементів є основою взаємозв’язків між окремими частинами в ландшафті, а тому необхідно зрозуміти геохімічні процеси і механізм взаємостосунків різних компонентів у ньому. Елементарний біогеоценоз відрізняється рядом ознак. Йому притаманні типи міграції хімічних елементів, певні типи ґрунтів, однорідний рослинний покрив, характерний геохімічний режим поверхневих вод. Ландшафти містять в собі різні біогеоценози, які відрізняються один від іншого складом рослинності і тварин, взаємозв’язаних між собою, кругообігом речовини і енергії і умовами існування”.

Звертаючи увагу на конкретний об’єкт дослідження, Т.Д. Ярошенко (1961) пише: “Правильніше все ж, що якщо і існують два підходи, то з цього не витікає, що й сам об’єкт не може бути єдиним... Ландшафтознавство вивчає його методами фізико-географічними, а біогеоценологія — біологічними. Природно, що обидві ці дисципліни взаємодоповнюють одна одну”.

Надаючи великого значення розгляду одного і того самого явища природи “з географічної (хорологічної) точки зору або як енергетичної системи” (Сукачов, 1964), П.С. Погребняк (1975) переконує в необхідності “об’єднання ландшафтознавства з екологією”. Особливо таке об’єднання важливе для систематизації і класифікації біогеоценозів урбанізованих територій, де не обійтися без ландшафтних методів дослідження змінених природно-територіальних комплексів, складовими яких є ландшафти міських агломерацій. Тим більше, що на території міст ми маємо справу, як правило, з суттєво або не повністю зміненим біогеоценологічним ша-

ром, тоді як решта компонентів ландшафту — літолого-геоморфологічні і водно-кліматичні — в більшості випадків сильно не змінилися і дають змогу відновлювати образ первісної корінної рослинності.

Як свідчить аналіз освоєння природного середовища в містобудуванні (Кучерявий, 1984), українські міста будувалися в більшості випадків біля рік або місць їх злиття, як правило, на підвищеннях, тобто в місцях, вигідних для торгівлі і оборони. Така в цілому доля оборонних міст, розташованих у місцевостях, які належать до елювіальних ландшафтів і характеризуються потужною корою вивітрювання (Львів, Луцьк, Чернівці). Однак у подальшому вони пересуваються на низинні ландшафти — днища долин і котловин, для яких характерний перенос землі з навколишніх низин вододілів. До цього типу ландшафтів приурочена забудова Ужгорода, Рівного, Івано-Франківська. Ці два геохімічних ландшафти, з яких складається вся поверхня суші, ростуть і розвиваються відповідно до законів широтної зональності і висотної поясності й у всіх випадках залежно від місцевих умов середовища.

За рівнем окультуреності, а точніше, антропогенної зміни ландшафтів, оскільки не всі змінені ландшафти відповідають розумінню культурного ландшафту, можна судити про їх біогеоценотичний покрив. Структурно-функціональна організація біогеоценотичного покриву всіх класифікованих вище ландшафтів має різний рівень енерго-матеріальних потоків, продуктивність і стійкість проти несприятливих факторів міського індустріального середовища. За рівнем антропогенного генезису біогеоценозів, конкретної їх сьогодишньої структурно-функціональної організації, виділено шість типів біогеоценотичного шару (рис. 3.5, *a-e*).

У біосфері існує велика різноманітність природних екосистем — лісів, лугів, боліт, степів, для яких можна було б застосувати загальну схему — структурно-функціональну організацію екосистеми Г. Елленберга (біотична єдність з його фізичним навколишнім середовищем). На рис. 3.5, *a* приведена природна агемеробна (зовсім неокультурена) екосистема (ліс), на яку не впливає господарська діяльність людини і яку можна було б розбити на ієрархію підсистем, зокрема системи передачі енергії, опадів і евакотранспірації та руху мінеральних речовин.

Головним спільним знаменником екосистеми є кормовий ланцюг, який зв'язує фізичне навколишнє середовище з трьома головними життєвими компонентами: продуцентами, консументами і редуцентами. Динаміка цієї звичайної екосистеми зумовлена кругообігом мінеральних речовин, який нічим не переривається. На відміну від потоку поживних речовин, який є циклічним, передача енергії відбувається із значною втратою її у

вигляді тепла і згідно з другим законом термодинаміки поступально. Таким чином, в екосистемі відбуваються такі функціональні процеси: 1) синтез органічної речовини, переважно біосинтез матеріалу нових клітин (біомаса); енергія, яку ми одержуємо від Сонця; 2) біологічне розкладення біомаси і мертвої органічної речовини, яке протікає із затратою енергії у вигляді тепла і виділення неорганічних хімічних речовин.

Характерними для природної екосистеми є розвинуті вертикальні (радіальні) речовинно-енергетичні потоки, інтенсивне нагромадження і розкладання мертвої органічної речовини (МОВ) і також її мінералізація. Інтенсивному нагромадженню МОВ сприяють розвинуті трофічні ланцюги споживання і розкладання. В природному лісі, як правило, трапляються консументи першого, другого і третього порядків, які займають різні рівні в ланцюгу живлення. Розвинутий тут і детритний ланцюг, якому доводиться переробляти понад 90% щорічного приросту рослинної маси, що переходить через опад.

Природна екосистема функціонує тільки за рахунок спрямованого потоку енергії, постійного надходження її ззовні у вигляді сонячного випромінювання або готових запасів органічної речовини. В умовах високої урбанізації природні лісові екосистеми практично не трапляються.

В екосистемі, показаній на рис. 3.5, б, незначною мірою, але вже спостерігається антропогенний вплив. У класифікації лісової рослинності залежно від ступеня антропогенних змін (Кучерявий, 1991) до природної рослинності належать також корінні і похідні рослинні угруповання, розвиток яких лише до деякої міри спрямовує людина (сприяння природному відновленню без підсіву і підсадки, санітарні рубки і рубки догляду, які не змінюють різко співвідношення порід у деревостані та підлісовому ярусі). До зміненої рослинності належать корінні і похідні рослинні угруповання, підвладні більш активному, ніж в попередньому типі, втручанню людини (сприяння природному відновленню шляхом підсіву і підсадки, реконструктивні рубки з природним зарощуванням, ландшафтні рубки).

Структурно-функціональна організація цих двох типів лісових екосистем зберігає в основному природність перебігу всього речовинно-енергетичного циклу. Новим тут є, по-перше, надходження антропогенної енергії (людина, техніка) і, по-друге, виніс з екосистеми органічної речовини. Якщо антропогенна діяльність ведеться тут раціонально, то спостерігається навіть більш ефективно функціонування ланцюгів споживання і розкладання, підвищення продуктивності рослинного угруповання.

На рис. 3.5, в показана структурно-функціональна організація паркових екосистем (парк або лісопарк), які за класифікацією належать до природ-

них (садово-паркових) рослинних угруповань. Тут, подібно до природних лісових екосистем, майже не порушені зв'язки між внутрішніми екосистемами біогеоценозу: 1) первинного продуцента; 2) фітофагів; 3) хижаків, у тому числі і травоїдних; 4) паразитів; 5) редуцентів. Переважають вертикальні (радіальні) речовинно-енергетичні канали. Однак у цій екосистемі більше, ніж на схемі (рис. 3.5, б), спостерігається антропогенна взаємодія.

Якщо в попередній екосистемі антропогенізація виявляється в основному у внесенні додаткової кількості енергії, як, зрештою, і винесенні її разом з вирубуваною деревиною або продукцією побічного користування (гриби, ягоди, рослини), то паркова екосистема, крім того, одержує допоміжну кількість мертвої органічної речовини (органічні добрива) і води (для поливу), мінеральних речовин (мінеральні добрива і хімічні інтоксиканти міської екосистеми). Додаткову енергію паркові екосистеми, в основному ті, що прилягають до великих ділянок мертвої підстильної поверхні (забудова, замощення), одержують у вигляді тепла. Суттєво зростає потужність зв'язків з сусідніми екосистемами: міського району або промислового вузла. Особливо помітний виніс з цієї екосистеми кисню і вологи.

На рис. 3.5, г зображена структурно-функціональна організація екосистеми типу лісової плантації або культури, саду, поля, газону, квітника, виноградника, інтенсивно вирощуваних людиною. Сюди більше, ніж в описану вище екосистему, вноситься органічних і мінеральних речовин, води і більше вноситься органічної маси у вигляді цілих рослин або плодів. Під сильним антропогенним впливом перебувають латеральні речовинно-енергетичні потоки, а існування гетеротрофних блоків (травоїдні, хижаки, паразити) повністю залежить від господарської діяльності людини (внесення гербіцидів і пестицидів, хімічних добрив). До цього типу екосистем не належать природні (культурні) рослинні угруповання, створені на лісових і нелісових місцезростаннях, навіть якщо це і інтродуценти, оскільки вони розвиваються за типом, зображеним на рис. 3.5, в.

Особливе місце в біогеоценологічному шарі комплексної зеленої зони міста посідають екосистеми, зображені на рис. 3.5, д. Це рослинні угруповання девастрованих ландшафтів: кар'єрів, відвалів, гравійних й інших підсіпок залізниць, промислових і складських майданчиків, свіжих звалищ. Складають їх, як правило, рудеральні рослини. Їх виникнення пов'язане з наявністю в мертвій породі залишків органічних речовин, які залишились від попередніх екосистем або були занесені з водою чи вітром. Це екосистеми, які з'явилися (як перші екосистеми Землі) гетеротрофним шляхом, тобто залежали від забезпечення органічною речовиною.

Зображена на рис.3.5, *e* екосистема — типowo гетеротрофна. Вона буде розвиватися залежно від наявності мертвої органічної речовини, якої в теперішній час немає, але є нижчі організми, готові її створювати, наприклад, з асфальту або всюди присутніх полімерів.

На рис.3.5, *e* зображені так звані суміжні екосистеми, що впливають одна на одну: сад кварталу або придорожня смуга, на яку діють одразу дві екосистеми: полотно дороги і прилеглі агроценози. Таких суміжних позаієрархічних екосистем багато й їх слід брати до уваги для поглибленого вивчення біогеоценозів. Це, наприклад, суміжні екосистеми вододілів, які виконують важливу роль в структурі міських екосистем.

Користуючись термінологією і класифікаційним підходом німецьких екологів (Зукопп та ін., 1981), групуємо біогеоценози комплексних зелених зон міст з урахуванням їх структурно-функціональної організації і рівня гемеробії (окультуреності) в шість класів:

I — *природні*, або *агемеробні*: антропогенна взаємодія відсутня (рис. 3.5, *a*);

II — *олігогемеробні*: корінні і похідні лісові угруповання, плоскі і верхові болота, слабо порушені господарською діяльністю (рис. 3.5, *b*);

III — *мезогемеробні*: парки, лісопарки, екстенсивні луки і пасовища (рис. 3.5, *b*);

IV — *еугемеробні*: лісові плантації або лісові культури інтенсивного вирощування, інтенсивні луки та пасовища, газони, поля, сади, виноградники (рис. 3.5, *z*);

V — *полігемеробні* — девастовані кар'єрами, відвалами або свіжими звалищами землі, де рослинний покрив тільки починає формуватися (рис. 3.5, *d*);

VI — *метагемеробні*: мертва підстильна поверхня вулиць, площ і площадок, покривель, отруєних хімічними або радіаційними речовинами безплідних земель, днищ кар'єрів і т.п. (рис. 3.5, *e*).

Біогеоценотичний шар КЗЗГ — цього потужного автотрофного блоку міської екосистеми є головним чином продуктом господарської діяльності людини. Розподілення його на шість класів гемеробії надто умовне, але воно дає можливість побачити, наскільки глибокі зміни сталися в природному ландшафті за довгий період розвитку міст. Усі вони розвивалися в лісовій зоні, де лісова рослинність у XII—XIV ст. становила близько 70—80%, болотна — 15—20, лугова — 10—15, степова — 10—15, водяна — близько 5%. У теперішній час, наприклад, відсоток лісистості в приміських зонах є незначним.

3.6. СОЦІАЛЬНИЙ БЛОК МІСТА

Обговорюючи проблеми урбанізації, американський еколог Р.Л. Сміт (1982) пише: "Основною спільною властивістю як міста, так і екосистеми є те, що це системи. Як і будь-яка система, місто має численні взаємодіючі компоненти, або підсистеми, які управляються як природними, так і соціальними процесами, і пов'язані між собою потоком енергії, речовини та інформації... Як і в природних екосистемах, зміни або порушення як в підсистемах, так і в речовинно-енергетичному балансі призводять до серйозних порушень у роботі системи".

Основна різниця між екологічним і соціальним блоками урбоекосистеми полягає в особливостях їх функціонування. Природні екосистеми саморегульовані. У соціальних системах відсутній механізм саморегулювання, що зумовлено двома причинами. Перша полягає в тому, що механізм контролю походить не від біологічних особливостей людини, а від її соціального і культурного характеру. Хоча людина і володіє здатністю абстрактного і творчого мислення, підкреслює Р.Л. Сміт, вона не здатна створити таку систему контролю, яка б дала змогу забезпечити рівновагу міста. Різні соціальні, культурні і економічні групи населення та ідеї, носіями яких вони є, діють проти такого контролю.

Друга причина полягає в тому, що здатність людини змінювати оточуюче середовище виключає такі природні негативні зворотні зв'язки, що діють на населення, як хвороби і голод. Внаслідок експоненційного росту населення людина виявляє сильний тиск на міські системи, поглинає їх. Лише тоді, наголошує Р.Л. Сміт, коли людина буде розглядати соціальну систему як частину екосистеми, ми зможемо увійти в проблему міста.

В попередньому розділі ми розглянули історичні особливості становлення урбоекосистеми, яка за тривалий, часто багатовіковий період свого "визрівання" минає декілька послідовних стадій розвитку — від мисливської через сільськогосподарську до промислової цивілізації. Кожне місто минає певний момент, певну точку свого росту, коли цей ріст як фізично, так і біологічно стає експоненційним. З цього моменту нестримно ростуть населення, забудова, промисловість, економічні установи, винаймання робочої сили. Система стає складною, багатокомпонентною. Згодом цей ріст сповільнюється, і місто досягає стадії екологічної зрілості і навіть старіння. В ньому починають відбуватися цілком інші процеси, не характерні для інтенсивно зростаючого міста.

Якщо на початкових стадіях розвитку центральна частина міст (ядро) вважалась найпрестижнішою для проживання, то з часом у периферійній

зоні з'являються нові центри з власними транспортними шляхами, торговою мережею і промисловими підприємствами. Згодом і вони поглинаються містом, що розширюється, а їх мешканці "кочують" далі, туди, де формується новий центр — більш сучасний і привабливий.

Подібно до екологічної, соціальна підсистема проходить певні стадії послідовного розвитку: від незрілої (примітивної) до зрілої, або "стадії економічного клімаксу" (Р.Л. Сміт). Зріла соціосистема характеризується розвинутою промисловістю, різноманітністю професійних ніш. Ростуть доходи, збільшується внутрішній грошовий обіг, який, у свою чергу, стимулює розвиток промисловості та місцевої торгівлі. Спостерігається менша залежність від експорту, оскільки місто само продукує продукцію на експорт, а також і для власних потреб. Усі ці соціально-економічні процеси розвинутого міста супроводжуються вдосконаленням соціальних, медичних і просвітницьких служб.

Міста, які перебувають на примітивній стадії розвитку (невеликі міста, що мають власний ресурс — ліс, вугілля, сільськогосподарську продукцію), розвиваються повільно, в них незначне різноманіття професійних ніш, а отже, і обмежене виробництво продукції. Тому ці урбоекосистеми значною мірою залежать від ввозу товару, хоча самі віддають величезну кількість власної речовини і енергії. Часто такі незрілі системи експлуатуються зрілими розвинутими системами.

Розвиток соціальної підсистеми міста в нинішніх умовах неможливий без комплексного прогнозування і планування економічного розвитку міста, яке включає промислове виробництво, будівництво, транспорт і зв'язок, матеріально-технічне постачання, об'єкти екологічної та економічної інфраструктури .

Методикою прогнозування економічного і соціального розвитку міста передбачено реалізацію таких основних принципів прогнозування (Свінціцький, Карчева, 1987):

1. **Принцип системності.** Цей принцип, з одного боку, передбачає вивчення міста в якості особливого класу великих складних динамічних систем. Це цілком виправдано, оскільки воно має такі ознаки: 1) наявність великої кількості елементів, які виконують різні функції; 2) складність структури, динамічність поведінки елементів і системи загалом, наявність складних взаємозв'язків між параметрами і елементами системи; 3) нерегулярність впливу з боку зовнішнього середовища і наявність стохастичності в поведінці системи; 4) наявність підсистеми ієрархічного і функціонального характеру, які мають свої власні цілі функціонування і розвитку.

З іншого боку, принцип системності передбачає використання сукупності стосовно самостійних напрямків (блоків) прогнозування: промислове виробництво, будівництво, транспорт, торгівля і громадське харчування, побутове обслуговування тощо. Цей принцип передбачає узгодження прогнозів розвитку міста з прогнозами розвитку систем вищого порядку — регіон, держава.

2. **Принцип адекватності**, який передбачає виявлення і кількісний вимір реальних стійких тенденцій з урахуванням вірогідного стохастичного характеру процесів соціально-економічного розвитку міста. Це визначає необхідність верифікації (перевірки), тобто оцінки вірогідності реалізації виявленої тенденції, достовірності, точності і обґрунтованості прогнозу.

3. **Принцип альтернативності**, пов'язаний з можливістю економічного і соціального розвитку міста різними траєкторіями і необхідністю розробки декількох варіантів прогнозу із наступним виявленням найоптимальнішого з точки зору здійснення.

4. **Принцип цілеспрямованості і безперервності**, який передбачає облік довгострокових цілей розвитку систем вищого рівня, а також коригування прогнозів у міру надходження інформації про реальний розвиток міста.

З метою підвищення наукового рівня управління і планування показників розвитку соціальної підсистеми використовують класифікацію потреб і умов життя з урахуванням динаміки процесів.

Перша група включає потреби і умови життя нинішнього і минулого періодів. У майбутньому вони не будуть мати жодного значення.

Друга група — потреби і умови життя, які мають максимальне значення сьогодні, але їх значущість з часом буде зменшуватися.

Третя група — потреби і умови життя, які важливі завжди — в минулому, нинішньому і майбутньому.

Четверта група — потреби і перспективні умови життя, які мають значення лише у майбутньому.

Розробляючи прогнози соціального і економічного розвитку міста, особливу увагу приділяють двом останнім групам. При плануванні потреб, умов життя третьої групи враховують той факт, що запропоновані послуги мають відповідати потребам сьогоднішнього, наступного і перспективного періодів, оскільки вони не будуть ефективними ні з економічної, ні з соціальної точок зору. Це, зокрема, помешкання. Вважають, що квартири нових проєктів мають бути рівнозручними сьогодні (кількість кімнат на одну менше кількості членів сім'ї), в наступному періоді (кількість

кімнат дорівнює кількості членів сім'ї) і в майбутньому (кількість кімнат має бути на одну більше, ніж кількість членів сім'ї).

Структурно-функціональна складність міста як соціально-економічної системи зумовлює різноманіття завдань управління, режимів їх вирішення, необхідність використання різноманітної територіально-розподільчої інформації. Така ситуація, а також наявність сучасних технічних засобів, зумовили необхідність створення АСУ міст, основними структурними елементами яких є функціональні і забезпечуючі підсистеми.

В інформаційну базу АСУ містом як вищу форму організації накопичення, збереження і актуалізації інформації включається банк даних. Як приклад можна назвати систему КОМПАС міста Мюнхена, банк даних про метро Барселони, інформаційну систему DRCOG (регіону Денвера, США), створену для вирішення потреб трьох типів показників, які за ступенем пріоритету розташовуються у такому порядку: 1) урядові установи регіону Денвера; 2) місцеві органи управління і федеральні установи; 3) напівдержавні і комерційні організації та ін. Перед інформаційною системою поставлено п'ять завдань: 1) планування транспорту; 2) планування і розвиток регіону; 3) планування житла; 4) використання і охорона природного середовища; 5) дослідження прилеглих зон. Як бачимо, плануючи і контролюючи розвиток соціального блоку, система DRCOG передбачає дослідження екологічного блоку міста і прилеглої території.

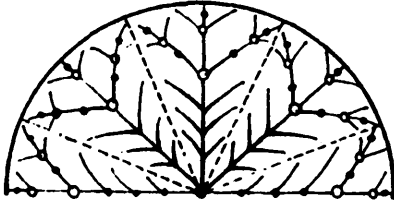
Слід відзначити, що в Україні у 80-х роках велися серйозні роботи зі створення АСУ міст, зокрема, Києва, Львова та інших, які сьогодні, за виключенням окремих підсистем, не функціонують.

3.7. МІСТО ЯК СИСТЕМА У ВЕЛИКІЙ СИСТЕМІ МІСТ

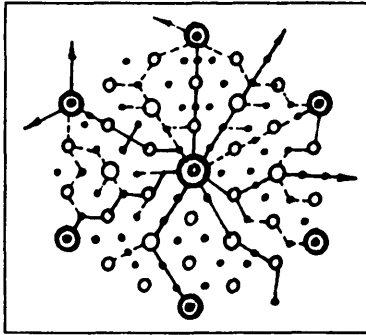
Міста — це системи у великій системі міст, — відзначає відомий російський урбаніст Є.М. Перцик (1991). Вони формуються за певними законами і є осередком виробничих, наукових і культурних цінностей. Системний підхід у дослідженні міст — єдино можливий, методологічно вірний шлях, який дає змогу перевести аналіз сучасних міст і прогнозування їх розвитку із сфери інтуїтивних уявлень у царину наукових досліджень і передбачень.

Сьогодні відомі численні моделі, за допомогою яких описують просторові організації розселення (рис. 3.6). Зупинимося на деяких з них, зокрема, на загальних ідеях (Перцик, 1991):

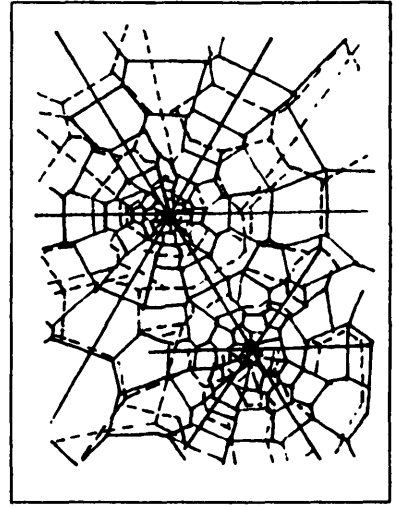
1. *Ієрархічна організація урбанізованих систем.* Завдяки німецькому вченому В.Крісталлеру (1933), в 50-х роках значно поширилася в Німеч-



а (Коль, 1850 р.)



б (Крісталлер, 1933р.)



в (Ізард, 1956 р.)

Рис. 3.6. Моделі системи розселення.

чині, а згодом і у всьому світі, теорія центральних міст. Вона виходила із ідеалізованого припущення про ізотропність (однорідність) території і рівномірне розміщення на ній ресурсів, однакової кількості і купівельної здатності населення, а також рівноцінних транспортних умов. Отже, вважає В. Крісталлер, населені пункти на такій території повинні розташовуватися з певною закономірністю: головний пункт (місто) в центрі, а підпорядковані йому пункти в кутках шестикутної решітки. Кожний шестигранник із сімома населеними пунктами разом із шістьма іншими входив до обширної зони, яка налічувала 49 пунктів (7×7), причому головне місто центрального шестигранника було центральним пунктом для усієї зони. Стосовно умов Південної Німеччини В. Крісталлер виділив сім рівнів ієрархії (центр землі, округу, району, общини, місто в межах общини, селище або село із адміністративними службами, торговельний центр) із приблизними параметрами (табл. 3.1).

Ідеї Крісталлера покладені в основу відомого правила (закону) Ціпфа, згідно з яким у найкращому випадку населення будь-якого міста намагається дорівнювати кількості мешканців найкрупнішого міста, поділеного на порядковий номер (ранг) даного міста:

$$P_r = P_1/Rb,$$

де P_r — населення даного міста; P_1 — населення найкрупнішого міста; R — ранг даного міста; b — коефіцієнт, який залежить від даних умов.

Варто зауважити, що правило Ціпфа швидше слід вважати гіпотезою, яка вимагає у кожному конкретному випадку аналізу і коректив. Однак воно дає всі підстави передбачати зростання міст і неминучу урбанізацію природного середовища.

Т а б л и ц я 3.1

Ієрархія населених місць за Крісталлером

Рівень ієрархії (зверху донизу)	Чисельність населення (приблизно)	Віддаль між населеними пунктами, км	Зона обслуговування
I	500000	187	35000
II	100000	109	11650
III	30000	69	3880
IV	10000	36	1243
V	4000	21	414
VI	3000	13	140
VII	1000	7	47

2. *Просторова нерівномірність.* Найпоширенішою моделлю є модель американського дослідника Кларка, яка описує просторову нерівномірність у розподілі щільності населення у місті. Ця модель побудована на передбаченні, що щільність міського населення експоненційно падає з віддаленням від центра міста:

$$p(x) = Ce^{-ax},$$

де r — віддаль від точки x території міста до його центра, Ce і a — константи, особливі для кожного міста.

3. *Просторова взаємодія.* Ідея цієї моделі випливала із фундаментального закону всесвітнього тяжіння, згідно з яким два тіла притягаються один до одного із силою, прямо пропорційною добутку їх мас і обернено пропорційною квадрату віддалі. В умовах дослідження урбанізаційних процесів, в якості яких беруть кількість населення, виявлена важлива властивість “стикування” простору між крупними містами (“імплізія” міст, за Хагтетом) завдяки використанню між ними швидкісних засобів транспорту (літаки, прямі поїзди тощо).

4. *Динамічні, або оптимізаційні, моделі* — це зорієнтовані на бажання (цільові, оптимальні) параметри. В них використовують ефект мультиплікатора, тобто впливу деяких процесів, які покладені в основі розвитку міста (наприклад, ріст промисловості), на взаємозв'язані з ними процеси (наприклад, ріст населення, сфери обслуговування тощо). Всі ці параметри можна кількісно виміряти, зробивши певні припущення і обмеження.



Відома динамічна модель американського дослідника Дж. Форрестера (1969), в якій він розглядає місто як складну систему, значною мірою резистентну (що чинить опір адміністративним впливам), із різноманітним прямим і зворотним зв'язком і тривалим розвитком (минулим, сучасним і майбутнім). Ця модель є основою для формування АСУ міста.

Системним уявленням про урбанізаційні процеси сприяють класифікації і типології міста. *Класифікація*, за Є.М. Перциком, це виділення міст і їх систем за одною чи декількома ознаками, що характеризують їх з одного чи декількох боків. Типологія — вищий рівень узагальнення, який дає змогу дати комплексну, синтетичну характеристику міст і їх систем і на цій підставі обґрунтувати стратегію їхнього розвитку.

I. *Класифікація міст за кількістю населення*. Розрізняють такі групи міст: *малі* — до 20 тис. чол., *середні* — 20–100, *великі* — 100–500, *крупні* — 500 і понад, і нарешті, *міста-мільйонери*.

II. *Типологія міст за їх економіко-географічним становищем*: типи міст,

розташовані в *крупних гірничодобувних районах*: Донецьк, Макіївка, Кривий Ріг;

розташовані в *районах інтенсивного сільського господарства*: Херсон, Миколаїв, Вінниця;

розташовані в *районах великої металообробної промисловості*: Дніпродзержинськ, Маріуполь.

III. *Класифікація і типологія міст за народногосподарськими функціями*: а) *багатофункціональні*, які поєднують адміністративно-політичну, культурну і економічну функції (Київ, Харків, Львів тощо); б) з перевагою *промислових і транспортних функцій*; в) з перевагою інших функцій (крім промислових і транспортних), наприклад, невеликі поселення міського типу; г) *міста-курорти*; д) *міста-наукові центри*.

IV. *Типологія міст за ступенем їх участі в територіальному розподілі суспільної праці*. Одні міста обслуговують невеликі території і є місцевими центрами, інші — крупний район чи регіон і беруть участь в міжрайонному розподілі праці. Значення третіх виходять за межі країни, і вони обслуговують міжнародні економічні, політичні і культурні зв'язки.

V. *Типологія міст за генетичними ознаками*. Як відомо, для визначення шляхів економічного розвитку міст важливо знати генезис їх народногосподарських функцій і їхнє якісне перетворення. Наприклад, Миколаїв є здавна містом корабелів, Лисичанськ — місто хіміків і т.п. Крім того, для вирішення проблем планування міста необхідно добре вивчити еволюцію планувальної структури і форми розселення.

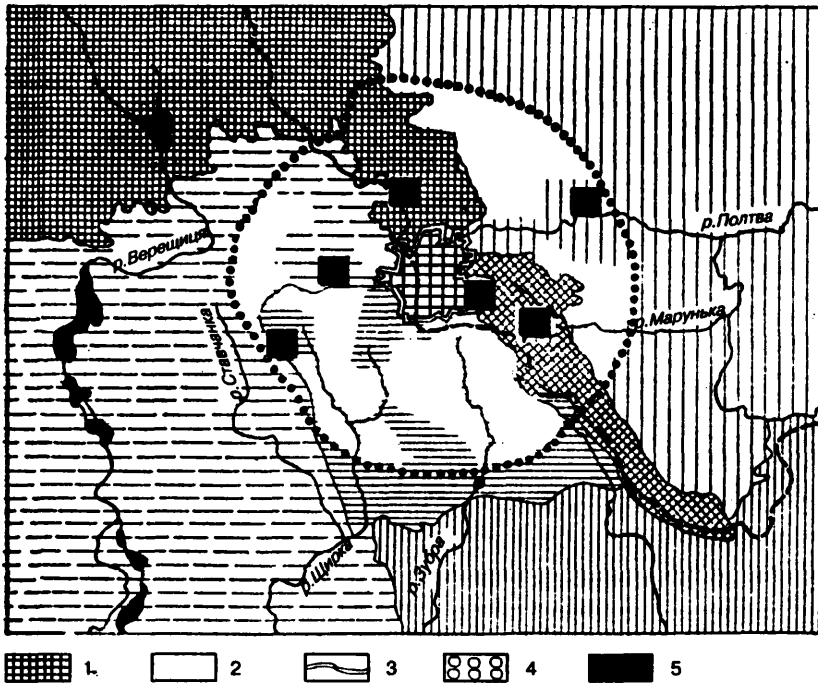


Рис. 3.7. Зелена зона Львова:

- 1 — забудована територія; 2 — заміський насадження; 3 — акваторія; 4 — заміський парки; 5 — лісонарки і гідропарки.

VI. Типологія міст за *типами перспективного розвитку*. Ці типи визначаються під час розробки районного планування на підставі основних факторів росту міста.

Розглядаючи будь-яке місто як систему у великих системах, бачимо неминуче розширення урбанізованих територій на всьому планетарному просторі, причому протистояти новому процесу може лише “дезурбанізаційний фон” у вигляді великих природних екосистем лісів, парків, водоймищ, боліт та агроценозів, об’єднаних у комплексну зелену зону міста (рис. 3.7).

Цей “дезурбанізаційний фон”, особливо заміський, має не лише екологічне значення: він все більше й більше набуває соціального значення, оскільки використовується містом для організації відпочинку. Існують різні думки щодо того, де і в яких природних умовах краще організувати заміський відпочинок. Як вважають, виїзд за місто на тривалий строк чи для короткотривалого відпочинку в місця, привабливі в ландшафтному відношенні і транспортно доступні, вирішують загалом усі проблеми відпочинку. Розташування зон відпочинку у приміських районах крупних міст зображено на рис. 3.8.



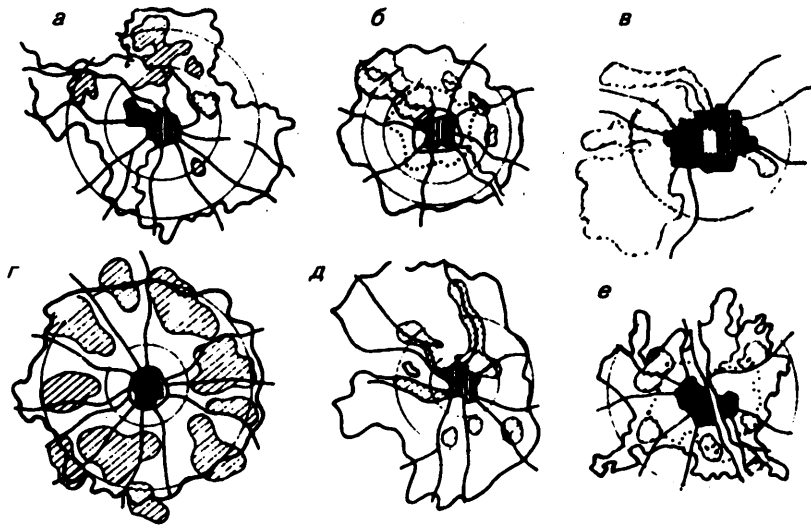


Рис. 3.8. Розташування зон відпочинку в приміських районах великих міст.
 а — Будапешт, б — Мінськ, в — Відень; г — Москва; д — Санкт-Петербург; е — Київ.

Однак існує і інша точка зору. Справа в тому, що концентрація великих мас відпочиваючих на відносно обмежених територіях заміських зон відпочинку (особливо в умовах короткотривалого відпочинку) знижує позитивні якості природних ландшафтів. У зв'язку з цим виникають нові проблеми, зокрема, збереження природних ресурсів на території приміської зони, що, в свою чергу, є досить складним завданням. Тому варто звернути увагу на розвиток бази відпочинку в середині міста — в міських парках.

Типологія місць масового заміського відпочинку передбачає такі структури:

установи масового заміського відпочинку, які призначені для різних контингентів населення і не мають певного вираженого спеціалізованого профілю. До складу цієї групи входять: будинки відпочинку, пансіонати (заміські, курортні), курортні готелі, літні містечка відпочинку;

об'єкти відпочинку туристів: автопансіонати (мотелі), автотабори (кемпінги), туристські бази, туристські готелі, оздоровчі туристські та трейлерні табори;

дитячі оздоровчі установи: дачі дошкільних оздоровчих установ, дитячі табори, будинки відпочинку батьків з дітьми, дитячі туристські бази;

установи і об'єкти короткотривалого відпочинку: заміські бази відпочинку, пляжі, туристські бази вихідного дня, лижні станції, мисливські і рибальські бази, водні станції.

Співвідношення оздоровчих установ сезонного і цілорічного використання у відсотках в кінцевому наслідку визначається природно-кліматичними умовами приміської зони, а також демографічним складом населення, його складом за різними віковими групами, стосовно до яких розраховується загальний обсяг і склад окремих типів оздоровчих установ за містом. У середньому ж вважають, що в загальному обсязі (за кількістю місць) установ заміського відпочинку, які проектуються, учасники сезонного використання займають до 65–70 %, а цілорічного — 30–35 %.

В основу обстеження і районування території, наміченої для організації місць заміського відпочинку, мають бути покладені такі показники:

1. Планувальні вимоги й оцінка території з точки зору її транспортної доступності, зв'язку місць заміського відпочинку з основними районами міського розселення.

2. Природно-кліматичні умови і їх оцінка, характеристика рельєфу, рослинності, водних ресурсів, а також температури і вологості повітря, швидкості вітру та інших умов, які розглядаються в тісному взаємозв'язку.

3. Медична і санітарно-гігієнічна оцінка природно-кліматичних факторів з точки зору їх впливу на організм людини і використання з метою відпочинку.

4. Ландшафтна оцінка території — виявлення її естетичних якостей, можливого напрямку трансформації існуючого ландшафту, а також визначення допустимої межі концентрації відпочиваючих на різних ділянках території, яка проектується.



логоценози (фруктові та декоративні сади), пратоценози (пасовища, декоративні газони і луки).

В структурі будь-якого біогеоценозу можна виділити чотири функціональних блоки:

Блок I — абіотичний (весь комплекс факторів неживої природи, звідки біоценоз (живі організми) черпають засоби для існування і куди виділяють продукти обміну).

Блок II — автотрофний (від грецьк. “автос” — сам, “троф” — їжа), який забезпечує органічною речовиною (а отже, й енергією) решту організмів. Його ще називають блоком продуцентів, оскільки він, а точніше, його фототрофні рослини, фото- і хемосинтезуючі бактерії, асимілюють сонячну енергію, продукують первинну продукцію, з якої і починаються ланцюги живлення представників наступних блоків.

Блок III — гетеротрофний (від грецьк. “гетерос” — інший, “трофи” — їжа) — комплекс гетеротрофних організмів, або консументів, які живуть за рахунок поживних речовин, створених первинними продуцентами. До консументів належать тварини і безхлорофільні рослини.

Блок IV — деструкторський, або редуцентів — комплекс організмів, які розкладають органічні речовини до мінерального стану: гриби, бактерії, найпростіші, а також організми, що живляться мертвою органічною речовиною.

На рис. 3.4 зображена структура зв'язків ланок біогеоценозу, в якому впродовж тривалої еволюції відбулися глибокі адаптації організмів один до одного і до неживого середовища, характеризується стабільністю, яка в умовах міст постійно порушується або ж уже порушена (стадії дегенерації).

Складним і багатогранним є життя біоценозу і його рослинного та тваринного компонентів, а також редуцентів. Найрізноманітнішою за трофічними категоріями є група консументів, серед яких виділяють такі: біофаги (організми, що живляться живою органічною речовиною) та сапрофаги (організми, що живляться мертвою органічною речовиною). Серед біофагів надзвичайно поширені споживачі первинної продукції (консументи першого порядку) — фітофаги (рослиноїди) та хижаки (вторинні та третинні консументи).

Всі без винятку організми і їх угруповання виконують у біогеоценозі якусь конкретну функцію — творця первинної чи вторинної продукції або руйнівника мертвих решток. Одні організми перебувають на початку енергетичного ланцюга, інші — посередині, а ще інші — в кінці цього безперервного кругообігу речовини й енергії. Зрозуміло, що в умовах міських біогеоценозів ці процеси відбуваються відокремлено від природ-



них. Багато з них слід віднести до неповночленних, оскільки в них значною мірою змінені (якщо не зовсім усунені) окремі блоки (наприклад, консументів-фітофагів в умовах постійного скошування газону).

Для вирішення питання про те, належить той чи інший антропогенний біогеоценоз (або екосистема) до біогеоценотичного шару або його не можна вважати складовою частиною останнього, необхідно, вказує М.А. Голубець (1982), віднайти ті ознаки й екстремальні показники структурно-функціональної організації, без яких біогеоценоз не можна вважати біотичною системою. Важливою ж рисою біогеоценозу є наявність основних показників, що характеризують угруповання як єдине ціле: а) трофічна структура; б) швидкість фіксації енергії і потік енергії; в) екологічна ефективність; г) стійкість системи; д) біорізноманіття; е) розподіл стосовно значущості видів; є) стадії існування і т.п. Важливе значення в умовах антропогенних деградацій має, на думку автора, "запас органічних речовин, що залишилися від попередніх організмів, які існували на даній території, або ж каналів надходження органічних речовин з інших біогеоценозів".

Як вже відзначалося, в основу існування і функціонування біогеоценозів як цілісних систем покладені більш-менш тісні зв'язки між структурними компонентами, які виявляються в переносі енергії і речовин як всередині системи (внутрішні процеси), так і між системою і зовнішнім середовищем. Гомеостаз біогеоценозів зумовлений виключно процесами, пов'язаними з надходженням, трансформацією та використанням енергії.

Незважаючи на складність взаємодії процесів, які відбуваються в біогеоценозі, метод синтезу дає змогу виділити в межах досліджуваних біоценотичних систем окремі підсистеми вищого і нижчого рівнів, а отже, диференціювати біогеоценози за рівнем структурно-функціональної організації.

Диференціація, або прогноз, біогеоценозу як системи здійснюється шляхом використання методу "чорного ящика", де вихідні дані тісно пов'язані зі зміною вхідних даних. Зображена на рис 4.1 схема "чорного

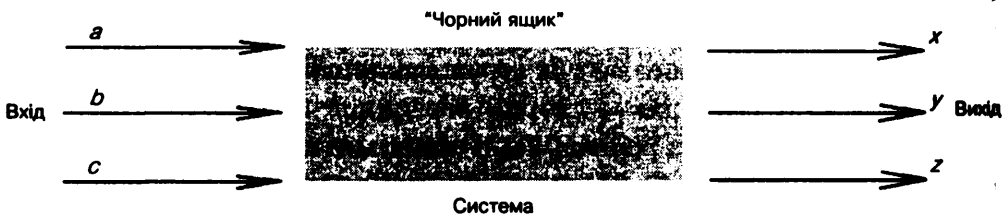


Рис. 4.1. Схема "чорного ящика" (за Казенсом, 1982).

ящика” являє собою біогеоценоз, який складається з трьох взаємодіючих підсистем, або процесів: а) первинна продукція; б) споживання живої органічної речовини; с) споживання неживої органічної речовини. Як бачимо з рисунка, інтенсивність процесів залежить не тільки від вхідних даних або вхідних змінних, але і від змінних стану, від рівня нагромадження в системі різної біомаси і неживої органічної речовини. Слід звернути увагу на стрілки, які вказують на механізми зворотного зв'язку. Наприклад, діяльність трав'янистих знижує установлену величину змінної біомаси, а отже, ступінь накопичення первинної продукції. Диференціація біогеоценозів за станом автотрофного блоку дає змогу розподілити їх на великі групи, які відрізняються як своєю продуктивністю, так і фізіологічністю (лісові, садові, чагарникові, лучні).

Суттєве значення має визначення меж всередині біогеоценотичного покриву. Угрупування рідко мають чіткі межі, підкреслює Е. Піанка, і майже непомітно переходять одне в одного. Однак якщо вважати екосистему “відкритою”, а не “закритою” і брати до уваги, що через неї перебігає безперервний потік речовини, енергії та організмів, це утруднення можна частково усунути і тим самим зробити поняття угруповання кориснішим.

Питання обсягу біогеоценозу як елементарної ділянки земної поверхні (біоценотичного шару), критеріїв визначення його простору і часових меж розглядали багато авторів (Тимофеев-Ресовський, 1961; Діаліс, 1968; Рисін, 1980 та ін). На їхню думку, з вирішенням цієї проблеми пов'язане питання про критерії систематизації і класифікації біогеоценозів.

4.2. КЛАСИФІКАЦІЯ БІОГЕОЦЕНОТИЧНОГО ПОКРИВУ МІСТА

Класифікацію біогеоценотичного шару комплексної зеленої зони міста — єдиної системи озеленених, обводнених, покритих різною рослинністю територій міста і приміської зони, яка, згідно з існуючим положенням, являє собою єдину систему взаємозв'язаних елементів ландшафту міста (селища міського типу, групи міських населених місць) і прилеглого району, що забезпечує комплексне вирішення питань озеленення й обводнення території, охорони природи і рекреації і спрямована на поліпшення праці, побуту і відпочинку трудящих — слід починати з біогеоценозу як елементу ландшафту. Тому важливо уточнити смислове навантаження і зіставити поняття “ландшафт” і “біогеоценоз”.

П.С. Погребняк (1975) до класифікації екосистем різних ієрархічних

рівнів запропонував хоролого-екологічний підхід, який дав поштовх до пошуку ординаційних засад у класифікації урбогеоекобіоти як єдиної системи біогеоценотичного покриву міста і приміської зони.

У межах урбоекосистеми найбільших змін зазнав якраз *біогеоценотичний шар*: площа його значно зменшилась, а структура — спростилась. Загубилась єдність біогеоценотичного тла — континууму. І все ж саме біогеоценотичний шар міста і його приміської зони слід розглядати як природну екосистему, яка за глибиною антропогенних змін, специфічності і фізіономічності відрізняється від інших антропогенізованих екосистем (наприклад, метабіотичних — мертвої підстилаючої поверхні забудови, замощень вулиць і площ чи полігемеробних — кар'єрів, насипів, териконів).

Цьому біогеоценотичному, або екосистемному, рівню відповідає фізико-географічний геокомплекс міста і приміської зони з відповідною кількістю взаємопов'язаних між собою ландшафтів, які відрізняються один від одного своєрідним поєднанням геологоморфологічних, водно-кліматичних, ландшафтно-пейзажних елементів, рівнем і специфікою антропогенізації. Геокомплекс Львівської агломерації, наприклад, включає в себе ландшафти Розточчя, Львівського плато, Подільського горбогір'я, Грядового Побужжя, Малого Полісся, які розташовані в горбисто-грядовому межиріччі Головного Європейського водорозділу Балтійського і Чорноморського басейнів. Кожний із названих ландшафтів геокомплексу міста відрізняється рівнем антропогенного впливу і формує притаманні лише йому мезо- і мікрокліматичний режими та відповідний функціональний ландшафт: індустріальний урбанізований (житлова і промислова забудова, складські, транспортні і т.д.), рекреаційний, комунікаційно-стрічковий, агрокультурний (поселень, виробничих зон, полів, садів, лугів), гідроморфний, лісогосподарський і, нарешті, девастований.

Відповідно до біогеоценотичної термінології *біогеоценоз* і *екосистема* визнані термінами-синонімами, інтегруючим терміном є *геоекобіота*. У зв'язку з цим усю природну систему міста і його приміської зони називають *урбогеоекобіотою*.

Таким чином, *урбогеоекобіота* є складовою частиною геокомплексу, куди входить і покрита мертвою підстилаючою поверхнею територія міста і приміської зони (збудова, замощення вулиць і площ, асфальт і бетон промайданчиків, кар'єри, відвали, звалища). Ця невегетуюча поверхня геокомплексу потенційно біогеоценотична: з часом заростають відвали і кар'єри, а у випадку запустіння — забудова і замощені ділянки також увійдуть до складу біогеоценотичного покриву (така доля чекає



об'єкти Чорнобильської АЕС, які через десятки років покриваються заростями деревної і чагарникової рослинності).

Розглядаючи аерокосмічні знімки, бачимо, що урбогеоекобіота багатьох великих міст постає перед нами у вигляді континуально-дискретного біогеоценотичного шару з характерним розташуванням: від континуального — на периферії до дискретного — в центральній частині міста. Дискретність рослинного покриву прямо пропорційна рівню урбанізації і насиченості функціональними ландшафтами, розташування яких, в свою чергу, залежить від типу природного ландшафту (заплавний, плакорний, лісовий, болотний і т.п.). Урбогеоекобіота може бути представлена великою різноманітністю типів рослинності і формацій.

Наступним структуроутворювальним рівнем урбогеоекобіоти є *ландшафт* — основна одиниця й об'єкт ландшафтних досліджень. Для Львова, наприклад, це ландшафти дуже розсіченої скульптурної висоти Опілля чи Західно-Подільського горбогір'я, горбиста гряда Розточчя, Львівське плато з декількома ерозійними останцями (гори Високий Замок, Лева, Вовча, Лиса) і Львівська улоговина (старовинний центр міста), Мале Полісся. Кожний із цих ландшафтів має характерний тип урбогеоекобіоти: Мале Полісся покрите дубово-сосновими лісами, Західно-Подільське горбогір'я — буковими, Опілля — дубовими, Розточчя — сосново-буковими. Таким чином, у класифікаційній ієрархії ландшафт і урбогеоекобіота ландшафту стоять поряд. Урбогеоекобіота ландшафту може бути представлена декількома типами рослинності, певною формацією чи субформацією.

Наступною морфологічною одиницею ландшафту є *місцевість* і відповідна їй урбогеоекобіота. Урбогеоекобіоті місцевості властиві обмежена кількість типів рослинності й одна формація або субформація. Деяко нижчою класифікаційною одиницею є *урочище*, під яким розуміють комплекс фацій, досить добре виражених у природі завдяки нерівності рельєфу і зумовленими у зв'язку з цим змінами в ґрунті, зволоженні, рослинності і т.п. Урочища відрізняються одне від одного властивостями урбогеоекобіоти, яка представлена, як правило, одним типом рослинності, належить до однієї формації чи субформації і до однієї екологічної групи асоціацій або ж типу лісу.

І, нарешті, найнижчим таксоном є *фація*, або геокомплекс, протягом якого зберігаються однакові літологія поверхневих порід, характер рельєфу і зволоження, мікроклімат, ґрунтова відміна і біоценоз. Таким чином, кожній фації відповідає біогеоценоз, представлений конкретним фітоценозом (асоціацією), який є основною організаційною клітиною урбогеоекобіоти й основним об'єктом урбоекологічних досліджень. Отже, біогеоце-



ноз як екосистема в межах фітоценозу є складовою частиною екосистем урочища, місцевості, ландшафту й усього геокомплексу міста.

Територіальний аналіз класифікаційних одиниць рослинності дає змогу встановити ступінь відповідності їх певним ландшафтам та їх елементам. Водночас слід відзначити, що повного територіального збігу одиниць геоботанічної класифікації і ландшафтної ординації може й не бути, оскільки ландшафт здебільшого є гетерогенним утворенням, а при виділенні одиниць геоботанічної класифікації базуються на принципі гомогенності. Збіг класифікаційних одиниць рослинності і ландшафтних одиниць наявний головним чином у відносно гомогенних структурних елементах ландшафту — його фаціях і урочищах (табл. 4.1).

У практичній діяльності (планувальній, проектній, господарській), а також і в конкретних наукових дослідженнях доводиться стикатися із певною фацією чи асоціацією (фітоценозом). За рівнем гемеробії (окультуреності) їх поділяють на: а) природні, або агемеробні, де антропогенний вплив зовсім відсутній; б) олігогемеробні — корінні і похідні угруповання (лісів, степів, лугов, боліт), слабо зачеплені господарською діяльністю; в) мезогемеробні — парки, лісопарки, екстенсивні луки і пасовища; г) еугемеробні — створені і керовані людиною: плантації, інтенсивні луки і пасовища, газони, квітники, поля, сади, виноградники, захисні смуги, чагарникові біогрупи. Це так звані культурбіогеоценози, або ж, якщо брати до уваги лише автотрофний блок, культурфітоценози, яким в останні десятиріччя приділяється все більше і більше уваги.

Таблиця 4.1

Ландшафтно-екологічна класифікація урбогеоекобіоти

Хорологічна	Біогеоценозна (екосистемна)	Фітоценологічна
Геокомплекс міста	Урбогеоекобіота в межах геокомплексу	Тип рослинності, формація, субформація
Ландшафт	Урбогеоекобіота в межах ландшафту	Тип рослинності, формація, субформація
Місцевість	Урбогеоекобіота в межах місцевості	Тип рослинності, формація, субформація
Урочище	Урбогеоекобіота в межах урочища	Тип рослинності, формація, субформація, тип лісу (екологічна група асоціацій)
Фація	Урбогеоекобіота в межах фації	Асоціація (корінна, похідна)

Згадані полігемеробні (дегустовані) та метагемеробні (забудовані, заощені або, як їх ще називають, “запечатані” мертві підстилаючі поверхні) на даний момент не покриті рослинністю і в них неможливо



виділити рослинну асоціацію. Натомість такі ділянки відносять до фізеографічної фації, оскільки вони хоч і не мають рослинного покриву, відрізняються деякими ознаками біогеоценозу (рельєф, клімат, гідрологічний режим, ґрунт).

Розвиваючи ідеї українських містобудівників щодо створення комплексних зелених зон міст і робітничих селищ, слід на науково обґрунтованому рівні формувати урбогеоценобіоту, пам'ятаючи, що вона — надійний дезурбанізаційний каркас. У цьому якраз і полягає ноосферний підхід, яким мають керуватися як ландшафтні архітектори, так і екологи, об'єднуючи в єдине ціле хорологічне і біологічне начала природничої науки.

Якщо згадати давні часи, то можна пересвідчитися, що міста будувалися у більшості випадків поблизу рік або місць їх злиття, і, як правило, на підвищеннях, тобто там, де це було вигідно для торгівлі й оборони. Починаючи своє існування на підвищенні, міста згодом займали рівні багаті землі заплавних долин або ж заліснені території. Родючі землі, які певний час годували мешканців міста, згодом забудовувалися чи замоцувалися. Урбанізація безперервно або усувала природні біоценози з міської території, або ж трансформувала їх в культурні чи рудеральні.

Кожному із функціональних типів ландшафту — урбанізованому, індустриальному, рекреаційному, девастованому, комунікаційному, агрокультурному, лісогосподарському, гідроморфному — відповідає певний тип біогеоценозу. В девастованих ландшафтах можуть трапитися піонерні сукцесії спонтанного чи культурного походження.

Виходячи з еколого-фітоценотичного підходу до класифікації рослинного покриву, "родовід" кожного міського біогеоценозу можна встановити за такою схемою: тип рослинності—формація—субформація—екологічна група асоціацій (тип лісу)—асоціація (корінна, похідна). Нащо ж звертатися аж до формації, аби встановити цей зв'язок? Це питання і відповідь на нього мають практичне значення.

Сьогодні, коли в містах з'являються все нові й нові угруповання інтродукованих екзотів (кленів — ясенелистого й сріблястого, робінії псевдоакації, дуба північного, тополь і т.п.), які не завжди забезпечують вимоги щодо їх стійкості і декоративності, слід звертатися до підбору місцевих, передусім лісоутворювальних видів.

Встановлення для даної природно-кліматичної зони панівної формації дає відповідь на поставлене питання. Наприклад, у лісостеповій частині України це формація дуба звичайного, на Поліссі — сосни звичайної, в Передкарпатті — бука лісового. Кожній з цих головних порід (едифікаторів) відповідають супутні породи. Наприклад, в дубових і букових



лісах — граб, який і формує з породами-едифікаторами субформації — грабово-букові чи грабово-дубові.

Наступною таксономічною одиницею є *екологічна група асоціацій* або тип лісу (для лісової рослинності). До типу лісу може належати декілька асоціацій. Наприклад, у свіжій грабовій бучині (тип лісу) поблизу Львова трапляються грабово-букові асоціації з осокою волосистою, яглицею, маренкою та різнотравні (у місцях рекреації). Кожна із названих чотирьох асоціацій, що входять до даного біогеоценотичного комплексу (типу лісу чи екологічної групи асоціацій) є корінною. Асоціації, які з'явилися чи з'являться на їх місці (березняки, осичники, грабняки, угруповання інтродукованих екзотів), називають похідними, оскільки вони походять від первинних угруповань, що сформувалися в цій місцевості за тривалий період часу (сотні і тисячі років).

Наведемо приклад такої класифікаційної структури:

Тип рослинності — лісова

Формація — дубових лісів

Субформація — грабово-дубових лісів

Екологічна група асоціацій (тип лісу) — свіжа грабова діброва

Корінна асоціація — діброва барвінкова

Похідна асоціація — березняк різнотравний

Асоціація є *елементарною одиницею класифікованої рослинності* міста і як продуцентський блок є складовою елементарної одиниці біогеоценотичного шару — біогеоценозу. Отже, класифікація біогеоценозів розпочинається з класифікації її фізіономічно-видимої і біосферно-діяльної частин — рослинної асоціації (березовий, кленовий, модриново-смерековий тощо).

Всі корінні біогеоценози (лісові, лугові, болотні, степові, скельні, водні тощо) є саморегульованими, похідні ж біогеоценози можуть бути саморегульованими (розвиваються без участі людини) або ж регульованими (розвиваються з участю людини). До саморегульованих міських біогеоценозів належать сільваценози (лісові угруповання парків та інші зарості дерев), фрутоценози (чагарникові зарості), пратоценози (лучні угруповання), акваценози (водні угруповання) та рудероценози (угруповання бур'янових рослин).

Регульованими біогеоценозами можна вважати культурні сільваценози (лісові плантації чи біогрупи й масиви, що перебувають під постійним господарським впливом), фрутоценози (плантації ягідників чи декоративні біогрупи чагарників), пратоценози (газони), акваценози (декоративні водойми з красивою рослинністю), а також квітники (флороцено-



зи), сади (помологоценози), смуги різного функціонального призначення (стрипоценози), виноградники (вітаценози), зернові та пропашні культури (агроценози). Всі вони належать до категорії культурбіогеоценозів, які хоч і розвиваються за природними законами, але повністю залежать від діяльності людини. Якщо людина припиняє догляд за ними і не управляє їх розвитком, вони перетворюються в зарості і втрачають свій “культурний” вигляд.

Природні та штучні біогеоценози мають свою історію і проходять через певний період свого розвитку — сукцесію (від лат. “сукцесіо” — наслідування, спадкоємність). Сукцесія — це спрямовані зміни в біогеоценозі, без різких змін у середовищі, спричинених зовнішніми факторами. Сукцесія відбиває внутрішні процеси розвитку структури біогеоценозу і підвищує його збалансованість та організованість при певному “нормальному” стані середовища. Це, по суті, процес зміни одного біогеоценозу іншим.

Сукцесії поділяють (рис. 4.2) на природні, антропогенно-природні й антропогенні, а останні — на культурні й акультурні. Розрізняють також первинну сукцесію (як природного, так і антропогенного характеру), яка



Рис. 4.2. Кваліфікаційна схема сукцесій біогеоценологічного шару урбоєкосистеми.



починається на місці, позбавленому життя, в несприятливих умовах середовища (кар'єр, звалище, терикон, насип тощо), вторинну, яка відбувається на місці, де умови життя сприятливі. Сукцесії ще поділяють також на автотрофні, які починаються переважно в неорганічному середовищі і характеризуються перевагою автотрофних організмів, та гетеротрофні, які характеризуються тривалою перевагою гетеротрофів. Сукцесія відбувається під впливом двох груп факторів: автогенічних (внутрішніх) та алогенічних (зовнішніх).

У природних умовах сукцесія характеризується проходженням ряду послідовних (серіальних) стадій — від початкової (первинної) до завершальної, тобто до встановлення остаточної рівноваги (клімаксу). В міських умовах надзвичайно складно парковому біогеоценозу прийти до цього стану, хоча теоретично це можливо. Прикладом можуть служити старовинні парки, в яких стабілізувалися процеси біогеоценологічного розвитку.

4.3. ОКУЛЬТУРЕНІСТЬ МІСЬКИХ БІОГЕОЦЕНОЗІВ

Біогеоценологічний покрив міста і приміської зони характеризується різним рівнем окультуреності (гемеробії). Його можна, про що йшлося вище, поділити на шість класів гемеробії: I — агемеробний, II — олігогемеробний, III — мезогемеробний, IV — еугемеробний, V — полігемеробний, VI — метагемеробний (див. рис. 3.5).

Агемеробні біогеоценози — природні комплекси, не охоплені господарською діяльністю (первісні ліси, луки, болота, степи). В умовах урбанізованих територій практично не зустрічаються. До цього типу біогеоценозів можна було б умовно віднести біогеоценози заповідника "Розточчя" поблизу Львова (в 30-кілометровій зоні), в яких не ведеться господарська діяльність. На схемі (рис. 3.5) зображена природна екосистема (ліс), на яку не впливає господарська діяльність людини й яку Г. Елленберг розбиває на декілька підсистем, зокрема підсистеми передачі енергії, опадів і евакотранспірації та руху мінеральних речовин.

Спільним знаменником екосистеми є кормовий ланцюг, який фізичне доквілля пов'язує з трьома головними життєвими компонентами: продуцентами, консументами і редуцентами. Серцевиною динаміки цієї звичайної екосистеми є безперервний кругообіг мінеральних речовин. На відміну від потоку речовини, який має циклічний характер, передача енергії, згідно з другим законом термодинаміки, відбувається зі значною втратою її у вигляді тепла.

В агемеробному біогеоценозі здійснюються такі функціональні проце-



си: 1) синтез органічної речовини, переважно біосинтез матеріалу нових кліток (біомаса), який відбувається за участю сонячної енергії; 2) розкладання біомаси і мертвої органічної речовини із затратою енергії у вигляді тепла і виділення неорганічних хімічних речовин. Характерними для агемеробної екосистеми є розвинуті вертикальні (радіальні) речовинно-енергетичні потоки, інтенсивне нагромадження і розкладання мертвої органічної речовини (МОВ), а також її мінералізація. Інтенсивному нагромадженню МОВ сприяють складні трофічні ланцюги. В агемеробному біогеоценозі, як правило, трапляються консументи першого, другого і третього порядків, які займають різне становище в ланцюгу живлення. Розвинутий тут і детритний ланцюг, який переробляє понад 90 % щорічного приросту рослинної маси, що переходить в опад.

Головна особливість агемеробної екосистеми — це її функціонування тільки за рахунок спрямованого потоку енергії, постійного її надходження ззовні у вигляді сонячного випромінювання або готових запасів органічної речовини.

Олігогемеробні (малоокультурені) біогеоценози — це ліси, луки, болота, охоплені господарською діяльністю, яка суттєво не змінює структурно-функціональної організації екосистеми. Тут спостерігається незначний антропогенний вплив. До олігогемеробних біогеоценозів належать корінні і похідні рослинні угруповання, розвиток яких лише певною мірою спрямовує людина (сприяння природному відновленню без підсіву і підсадки, санітарні рубки і рубки догляду, які не змінюють співвідношення особин у деревостані і підлісковому ярусі). До мішаної рослинності належать корінні і похідні асоціації, підвладні більш активному, ніж у попередньому агемеробному класі гемеробії; втручання людини (сприяння природному відновленню шляхом підсіву і підсадки, реконструктивні рубки з природним зарощуванням, ландшафтні рубки).

Структурно-функціональна організація цих обох згаданих біогеоценозів зберігає в основному природність функціонування перебігу всього речовинно-енергетичного циклу. Новим тут є, по-перше, надходження антропогенної енергії (людина, техніка) і, по-друге, винесення з екосистеми органічної речовини (у вигляді деревини, листя, сіна тощо). Якщо антропогенна діяльність ведеться тут раціонально, то спостерігається навіть більш ефективне функціонування ланцюгів живлення і розкладу, підвищення продуктивності рослинних угруповань.

Мезогемеробні (середньоокультурені) біогеоценози — екосистеми з інтенсивним веденням господарства (лісопарки, парки, луки із сінокошінням тощо). Наприклад, в парковій екосистемі, аналогічно лісовій, серйоз-



но не порушені зв'язки між внутрішніми підсистемами біогеоценозу — первинними продуцентами, фітофагами, хижаками, паразитами і, нарешті, редуцентами. Як і у попередніх біогеоценозах, тут переважають вертикальні (радіальні) речовинно-енергетичні канали.

Якщо у попередній екосистемі антропогенізація проявляється в основному у внесенні додаткової кількості енергії, як, зрештою, і винесенні її разом з вирубуваною деревиною або продукцією побічного користування (гриби, ягоди, рослини), то паркова екосистема, крім того, одержує допоміжну кількість мертвої органічної речовини (органічні добрива) і води (для поливу), мінеральних речовин (мінеральні добрива і хімічні інтоксиканти міської екосистеми). Додаткову енергію паркові біогеоценози, в основному ті, які дотичні до великих ділянок мертвої підстиляючої поверхні (забудова, замощення), одержують у вигляді тепла. Суттєво зростає потужність зв'язків із сусідніми екосистемами (міського району або промислового вузла). Особливо помітне винесення з цієї екосистеми кисню і вологи.

Еугемеробні біогеоценози — це культурні угруповання, керовані людиною. Така структурно-функціональна організація характерна для екосистем типу лісової плантації, саду або пшеничного поля, газону чи квітника, виноградника. Сюди більше, ніж у попередню екосистему, вносять органічної і мінеральної речовини, води. Водночас з неї виноситься більше органічної маси у вигляді цілих рослин або плодів. Під сильним антропогенним впливом перебувають латеральні речовинно-енергетичні потоки, а існування гетеротрофних блоків (травоїдні, хижаки, паразити) повністю залежить від господарської діяльності людини (внесення гербіцидів і пестицидів, хімічних добрив, механічне усунення особин).

Полігемеробні біогеоценози посідають особливе місце в біогеоценотичному шарі комплексної зеленої зони міста. Це рослинні угруповання девастованих ландшафтів: кар'єрів, відвалів, гравійних та інших насипів залізниць, промислових і складських майданчиків, свіжих звалищ. Як правило, їх утворюють рудеральні рослини, виникнення яких пов'язане з наявністю у мертвій породі органічних залишок від попередніх екосистем або ж занесених водою або вітром мертвих органічних речовин. Це екосистеми, які з'явилися так само, як перші екосистеми Землі — гетеротрофним шляхом, тобто залежним від забезпечення органічною речовиною. "Тут, напевне, пише Д. Казенс (1982), принцип дії такий: коли б не виникало накопичення органічної речовини в певному середовищі, не надто суворому для підтримки життя, врешті-решт розвинеться якась життєва форма для використання цього накопичення... Незалежно від



кількості особин виду, які утворилися у достатній кількості протягом тривалого періоду, еволюціонуючі життєві форми можуть їх використати в якості джерела енергії. Травоїдні і паразити розвиваються на базі автотрофних рослин. За ними йдуть м'ясоїдні та надпаразити". Дані типи біогеоценозу — одна з ранніх сукцесій, яка призводить до неминучого відновлення девастованого ландшафту через ряд наступних сукцесій.

Метагемеробна екосистема — типowo гетеротрофна — може розвиватися залежно від наявності мертвої органічної речовини, якої на даний момент немає, але є нижчі організми, готові її створювати, наприклад, з асфальту або ж із полімерів, які сьогодні є повсюди.

Процес урбанізації в сучасних містах розвивається за тією ж схемою, що і в попередні періоди їх розвитку: зменшується питома вага природного біогеоценотичного шару і збільшується — мертвої підстилаючої поверхні, в основному метагемеробних екосистем (табл. 4.2). Розширення міських земель і їх забудова веде до витіснення невеликих біотопів, у ролі яких виступали внутріквартальні сади і сквери. Якщо не буде прийнято закону про міські зелені насадження, то подібна доля чекатиме і більші зелені масиви, які ще не перетворені в міські парки.

Таблиця 4.2

Жива підстилаюча поверхня міст

Міста	Лік- тість, %	Боліт, %	Акват., %	Лугів, %	Стелів, %
Львів	19	< 1	< 1	5	—
Луцьк	4	3	>>	7	—
Рівне	8	2	>>	11	—
Тернопіль	5	< 1	2,0	4	< 1
Івано-Франківськ	12	>>	< 1	3	—
Чернівці	34	>>	>>	5	—
Ужгород	15	>>	>>	4	—

4.4. ГРАДІЄНТНА ОРДИНАЦІЯ БІОГЕОЦЕНОТИЧНОГО ПОКРИВУ

Аналізуючи угруповання в межах даного географічного району або ландшафту, використовують два підходи: 1) зональний, коли дискретні угруповання розпізнаються, класифікуються і вносяться до своєрідного контрольного списку типів угруповань; 2) градієнтний, який базується на розподілі популяцій на одно- і багатовимірному градієнті умов середовища.

В 70-х роках український лісівник О.Л. Бельгард, який присвятив своє



життя дослідженню проблем степового лісорозведення, звернув увагу на те, що едафічні і кліматичні градієнти середовища діють комплексно, а їх вплив на біохімічний кругообіг речовини в біогеоценозах має закономірність, яка характеризує процес перетворення лісостепу в степ. Дійсно, тетраграма автора, що відбиває деякі ґрунтові і кліматичні фактори лісового і степового угруповань, свідчить про дію комплексного градієнта, похідними якого є рівень зволоження ґрунту, тривалість вегетаційного періоду, накопичення гумусу, реакція ґрунтових розчинів, а також накопичення органічної речовини, співвідношення наземної і підземної мас рослин і т.п. Ця різниця, наголошує автор, буде зменшуватися в напрямі лісостепової зони і, навпаки, зростатиме в бік напівпустелі. Ще раніше подібну думку висловив С.І. Радченко (1966), який стверджував, що перетворення “лісового” градієнта в “степовий” чи “напівпустельний” приводить до змін у діяльності фітоценотичного шару.

Оцінюючи градієнтний аналіз, часто звертають увагу на те, що “майже завжди вибір градієнта суб’єктивний” (Бегон, Харпер, Таунсенд, 1989). Дослідник, наголошують автори, шукає параметри середовища, які, на його думку, важливі для організмів. Далі він наводить дані про відповідне угруповання вздовж градієнта вибраного фактора, який найкраще корелює зі змінами, що відбуваються всередині угруповання. На цьому відрізьку суб’єктивного оцінювання фактора чи факторів врешті-решт формується об’єктивне начало, яке й дає змогу встановити певну закономірність. Серії біоценозів, яким відповідає середовище, називають *ценоклинном* (“цено” — угруповання, “клин” — різниця). Біоценоз разом з градієнтом середовища, на який він активно впливає, утворює *скоклин*.

Вивчаючи біогеоценотичний шар міста, не можна не звернути увагу на ценоклинну закономірність розташування рослинних угруповань і окремих видів деревних, чагарникових і трав’яних рослин за градієнтом середовища (градієнтом урбанізації). Дійсно, пересуваючись від периферії до центру міста, від одних ґрунтово-кліматичних умов до інших, спостерігаємо зміну фізіономічності ценотичного покриву. Всі ці фактори, звертає увагу Р. Уїттекер (1980), одночасно впливають на рослини і тварин. Поєднання факторів середовища, які синхронно змінюються в просторі паралельно градієнту угруповання і таким чином впливають на формування його популяції, називають комплексним градієнтом.

Теорія гемеробії екосистем дає змогу в просторово-часовому ракурсі розпізнати комплексний градієнт середовища (в умовах міста — комплексний урбогенний градієнт середовища (КУГС)) і розмістити рослинні угруповання відповідно до їхніх історико-генетичних ніш. На-

приклад, олігогемеробні, слабо зачеплені господарською діяльністю рослинні угруповання лісів, боліт, лугів, водних макрофітів, розташовуються на початку осі ординат, а в кінці її — еугемеробні, створені руками людини, розвиток яких повністю залежить від її впливу. Посередині розташовуються мезогемеробні угруповання тих самих лісів, лугів і боліт, але із зміненою внаслідок діяльності людини (усвідомленої чи стихійної) структурою і функцією (парк, лісопарк, лугопарк). Тому, не вдаючись до градієнтного аналізу (едафічних і кліматичних факторів), здійснюють диференціацію за фізіономічним принципом — виділення однотипних рослинних угруповань, які утворюють еколого-фітоценотичні зони чи пояси або екокліни (Кучерявий, 1981, 1991; Sukopp, 1980). Б.Клауснітцер (1990), беручи до уваги фауністичну структуру, називає таке зонування еколого-фауністичним.

Отже, пересуваючись від приміських лісів до центру міста, можна виділити чотири еколого-фітоценотичних пояси (ЕФП):

I ЕФП — приміські ліси, луки, болота, водойми;

II ЕФП — міські парки і лісопарки, лугопарки, гідропарки, великі зелені масиви різного призначення;

III ЕФП — сади і сквери;

IV ЕФП — вуличні посадки, насадження промислових підприємств.

Зіставляючи еколого-фітоценотичну (екокліну) класифікацію із класифікацією гемеробії біогеоценозів, доходимо висновку, що:

I ЕФП відповідають біогеоценози першого і другого класів гемеробії (агемеробні, олігогемеробні);

II ЕФП — третього класу гемеробії (мезогемеробні);

III ЕФП — четвертого класу гемеробії (еугемеробні);

IV ЕФП — п'ятого і шостого класів гемеробії (полі- та метагемеробні).

Процес гемеробії, який змінює спонтанний природний рослинний покрив, перетворивши його спочатку в окультурений (мезогемеробний), а потім в культурний (еугемеробний), постійно супроводжувався формуванням рудеральних рослинних угруповань. Якщо окультурені біогеоценози в межах міста і його приміської території виявляють зональний характер (від I до IV ЕФП), то рудеральні біогеоценози мають азональний характер.

Азональність ценокліни рудеральної рослинності, як і природної, полягає в спонтанності її походження. Якщо гемеробія — процес керований (регульований) людиною, то утворення рудеральних угруповань — процес саморегульований і немовби полярний гемеробії, тобто дегемеробний.

Отже, можна зробити такий висновок: комплексний урбогенний градієнт середовища як поєднання едафічних, кліматичних і полютантно-забруднюючих факторів середовища (табл.4.3) є основою формування й ординації ценоклінів і утворення екоклінів — еколого-фітоценотичних поясів у межах урбогеоекобіоти міста.

О.О. Лаптев (1998), аналізуючи біогеоценотичний покрив сучасного урболандшафту, виділяє такі характерні групи екотопів:

- 1) екотопи лісових та лісопаркових масивів приміської зони;
- 2) екотопи міських парків, садів, скверів;
- 3) екотопи житлових масивів старої забудови;
- 4) екотопи житлових масивів сучасної забудови;
- 5) екотопи на територіях промислових підприємств і санітарно-захисних зон навколо них;
- 6) екотопи автотранспортних систем;
- 7) екотопи, створені на намивних пісках;
- 8) екотопи на кар'єрних виробках;
- 9) екотопи яружно-балкових систем і природних відшарувань.

Таблиця 4.3

Показники	Еколого-фітоценотичні пояси :			
	I	II	III	IV
Температура повітря, °С (липень)	21,5	21,8	22,5	23,6
Температура ґрунту, °С (липень)	16,1	16,5	19,5	25,3
Температурний вертикальний градієнт (±)	-5,4	-5,3	-3,0	+1,7
Вологість ґрунту, % (липень)	28,9	25,9	20,6	7,3
Накопичення гумусу, %	1,9	1,08	3,8	4,5
pH ґрунтового розчину	3,9	4,8	6,3	7,5
Відношення гумінових кислот до фульвових (СГ/СФ)	0,5	0,7	2,6	9,9
Забруднення ґрунту оловом, мг/кг	17,2	19,7	61,5	151,4
Тривалість вегетаційного періоду	182	179	168	144

Автор дає характеристику різних типів екотопів комплексної зеленої зони м. Києва. Подаємо їх короткий опис.

Екотопи кар'єрних виробок. Значні масиви таких земель є у лівобережній частині м. Києва. Вони являють собою неглибокі озера з рештками субстрату (глини або торфу) або тонкі квадратні перегородки між водними ділянками (у разі видобування торфу). Ці рештки за більш упорядкованого видобування підлягають виборці у метеорологічно зручний час — під час посухи або взимку.

Будь-який наслідок виймання ґрунту не залишає площу кар'єру зручною для окультурення. Найчастіше за наявності бокового чи глибокого відтоку води місце виймання перетворюється на лучні зарості, пройшовши більш-менш швидко фазу бур'янів. Якість трав'яного ярусу при цьому невисока, але з часом органічні рештки трав'яних рослин збагачують субстрат, роблячи його більш структурним, а торф — більш розкладеним. Якщо водна фаза минає швидко, виробка перетворюється з озера на вологі луки. Ділянка може бути вирівняна з допомогою техніки і приєднана до культурної площі.

Екотопи транспортних систем. З огляду архітектурно-планувальної забудови великого міста та пов'язаними з цим особливостями трансформації природних умов екотопи транспортних систем належать до інтразонального урбаністичного елемента. Це зона значних наземних змін. Екотопи тут представлені насипами й виїмками, кар'єрами та резервами, придорожніми смугами, обмеженими під'їзними шляхами і різними утвореннями транспортних розв'язок, що створені на основі різних субстратів та їх сумішей (пісок, глина, рінь) і тому майже абсолютно безплідні. Насипи, особливо виїмки, значно впливають на природне середовище через зміну гідрологічних і геохімічних умов, посилення активних поверхневих процесів. Як наслідок, 1 м² неглибокої виїмки змінює природні фактори на 1 м² прилеглої території. Дія глибоких (понад 2,5 м) виїмок проявляється на площі, що в 4–10 разів перевищує їхню власну.

Землі, що зазнали трансформації у процесі будівництва шляхів, представлені складною мозаїкою екотопів, що значно відрізняються як екологічними умовами, так і можливістю їх інтегрування в оточуючий ландшафт.

Екотопи транспортних систем відзначаються сухістю субстрату, вони на 1–2 гігратопи нижчі порівняно з прилеглими територіями. Разом зі складним хімічним станом атмосфери і ґрунтів ця обставина створює екстремальні екологічні умови для рослинності, внаслідок чого в зоні впливу шляхів уражується від 30 до 80 % дерев, а відтворення трав'яної рослинності знижується вдвічі на відстані від 7 до 20 м.

Істотним екологічним фактором придорожніх екотопів є прогресивне засолення субстрату, яке пригнічує рослини, спричинює втрату родючих гумусових і навіть підгумусових горизонтів. Рекультивация таких екотопів не відрізняється від такої для лісопаркової зони. У разі повної втрати вихідного ґрунту справу доводиться мати із штучними субстратами, які складаються з переміщеного ґрунту й великої кількості будівельного сміття. Такі екотопи, як правило, дуже сухі і збіднені. Для вирощування рослин

на них необхідно створювати покриття з рослинної землі чи торфу, а також регулярно зволожувати.

Екотопи фабрично-заводських територій. Для цієї категорії екотопів характерними є зонально сильно редуковані ґрунти, переміщені субстрати різного літологічного та хімічного складу, а також наявність ділянок, вкрай забруднених промисловими відходами, маслами тощо.

Екотопи яружно-балкових систем і відшарувань. Яружно-балкові та різноманітні природні відшарування становлять поширену категорію екотопів, особливо у містах лісостепової зони, а також у містах степової і поліської зон, розташованих на правих берегах рік. Їх можна було б розглядати в комплексі з іншими екотопами, зокрема садово-парковими. Проте у зв'язку з тим що умови створення рослинного покриву на схилових відшаруваннях відрізняються від рівнинних ділянок, а функціональне призначення рослинності тут інше, схилово-балкові землі доцільно розглядати як окремі екотопи, що потребують особливих способів їх інтеграції у навколишній урболандшафт. Форма схилу та його геологічна будова є визначальними при виборі способу рекультивації й інтеграції у структуру урболандшафту. Чим значнішою є крутість схилу, тим менш привабливим він є для озеленення. При крутості схилу глинистої будови 1:1,5 він буде стійким за наявності деревної рослинності. Заміна ценозів на невластиві для даних ґрунтово-кліматичних умов призводить не до закріплення схилів, а до їх дестабілізації. Подібний ефект спостерігається на схилах правого берега Дніпра, де зі складу природного рослинного покриву повністю зникли такі види, як явір, береза, верба та ін.

Оптимальним варіантом для рекультивації цих екотопів є сумісне використання деревної і трав'яної рослинності. З цієї метою необхідно створювати низькоповнотні (0,6–0,7) 3–4-рядні смуги, під наметом яких у міжполосних смугах слід висівати дерноутворюючі трави.

Екотопи житлових масивів-новобудов. У цій категорії земель необхідно розрізняти такі два типи екотопів: ті, що виникли на базі зональних (природних) ґрунтів, і ті, що виникли на основі штучних субстратів (насипні землі, намівні піски).

У першому випадку проблема створення рослинного покриву вирішується в рамках проектів озеленення території. У другому — на основі спеціально розроблених з цією метою технологій і методів рекультивації ґрунтів.





5

МІСТО ЯК ГЕТЕРОТРОФНА ЕКОСИСТЕМА

5.1. СТРУКТУРА І ХАРАКТЕР УРБООСИСТЕМИ

Ю.Одум розглядає місто, яке споживає готову продукцію, як гетеротрофну екосистему. Як відомо, особливістю будь-якої екосистеми, в тому числі й такої велетенської, як крупне місто, є відкритість, оскільки вона має *одержувати і віддавати* енергію. Урбоекосистема однаковою мірою відкрита як для імміграції, так і для еміграції, а тому для її функціонування і самопідтримки необхідні *середовище “на вході”* і *середовище “на виході”* (рис. 5.1). Отже, за Ю.Одумом,

$$\text{Екосистема} = IE + S + OE,$$

де *IE* — середовище “на вході”; *S* — власне система; *OE* — середовище “на виході”.

Подібно до елементарної екосистеми (біогеоценозу) урбоекосистема теж має межі, зрозуміло, — умовні. Аналогічно біогеоценозу, урбоекосистема має вхід і обов’язковий вихід, відсутність якого могла б стати причиною надмірного накопичення речовини і енергії, що призвело би до її самознищення.

Як зазначає Ю. Одум, масштаби змін середовища “на вході” і “на виході” надзвичайно сильно коливаються і залежать від декількох змінних, зокрема:

розмірів системи (чим вона більша, тим менше залежить від зовнішніх частин);

інтенсивності обміну (чим він інтенсивніший, тим більшими є приплив і відтік);

збалансованості автотрофних і гетеротрофних процесів (чим сильніше



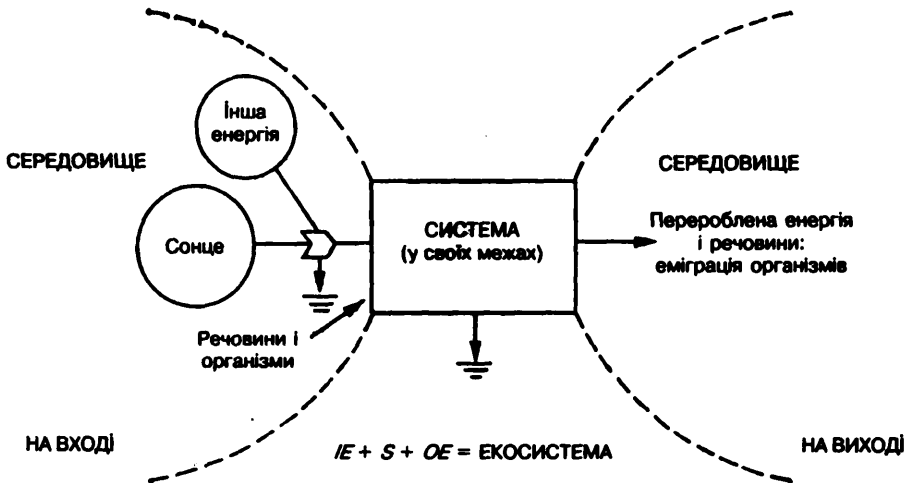


Рис. 5.1. Наявність зовнішнього середовища, яке слід вважати невід'ємною частиною екосистеми.

порушена ця рівновага, тим більше має бути приплив іззовні для її забезпечення);

стадії і ступеню розвитку системи (молоді системи відрізняються від зрілих).

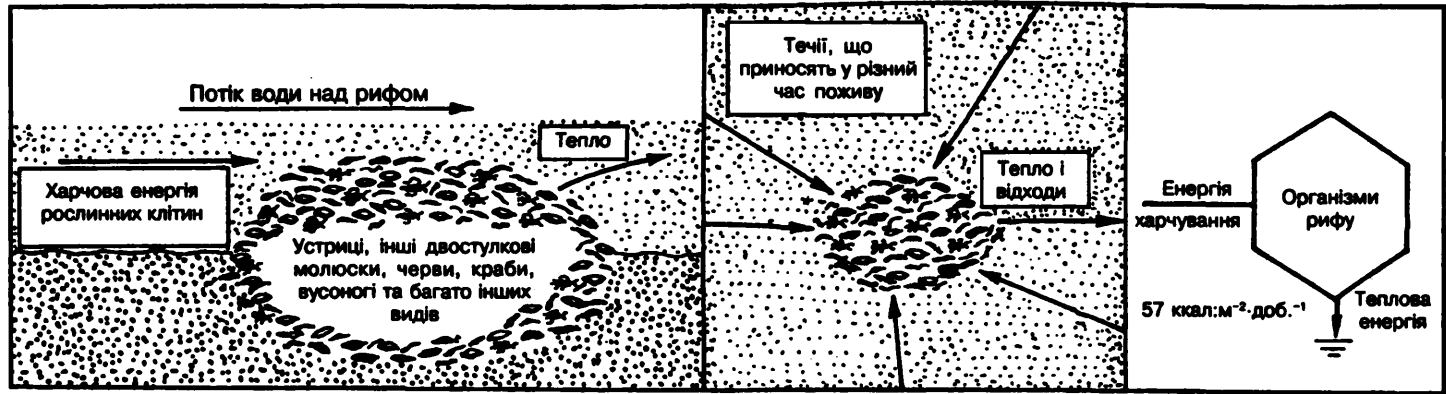
Зупинимось детальніше на обговоренні цих запропонованих Ю.Одумом змінних.

5.2. РОЗМІРИ УРБОЕКОСИСТЕМИ

Коли йдеться про власне міську екосистему, то автори багатьох наукових праць стверджують, що вони беруть до уваги не просто місто, а "велике", або "крупне", місто (Одум, 1982; Клауснітцер, 1990; Кучерявий, 1991; Susorr, Wittig, 1993). Справа в тому, що великі міста або селища міського типу за своїм способом функціонування більше нагадують природні екосистеми, ніж індустріально-міські.

Ю. Одум дуже вдало ілюструє різницю між природною гетеротрофною і урбанізованою екосистемами. Для цього він наводить приклад устричної банки (водний біоценоз з домінуванням устриць) і велике місто (рис. 5.2). Як бачимо з цього рисунка, міська екосистема відрізняється від природної, а саме:

1. Значно інтенсивнішим метаболізмом на одиницю площі, що вимагає значно більшого припливу концентрованої енергії іззовні (в наш час надходить у вигляді горючих копалин).

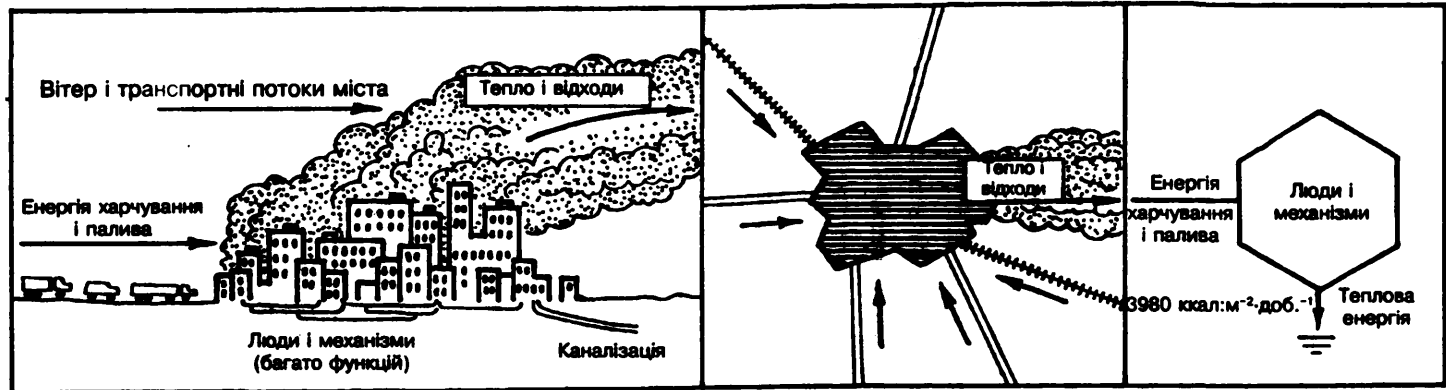


ВІД ЗБОКУ

A

ВІД ЗВЕРХУ

ПОТІК ЕНЕРГІЇ,
 $\text{ккал} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{доб.}^{-1}$



B

Рис. 52. Гетеротрофні екосистеми: А — одне з природних "міст" — устрична банка, що цілком залежить від надходження енергії їжі з великої площі навколишнього середовища; Б — індустріалізоване місто, існування якого підтримує колосальний приплив палива й їжі, причому відповідно виникає значний відплив у вигляді тепла, промислових і побутових відходів. Потреби одного квадратного метра міста в енергії приблизно у 70 разів перевищує потреби такої самої площі устричної банки. Вони становлять близько 4000 ккал/добу, а за рік — близько 1,5 млн ккал. (За Н.Одум, 1971, з дозволу автора і видавництва John Wiley and Sons).

2. Більшим надходженням енергії іззовні, наприклад, металів для виробництва і торгівлі, не беручи до уваги тих металів (і більше їхньої кількості), які необхідні для підтримання життя людей, рослин і тварин (залізо, марганець, молібден, хром тощо).

3. Потужним і отруйним потоком відходів, значна кількість яких — синтетичні сполуки, токсичніші, ніж природна сировина, з якої вони одержані.

Виходячи з цих висновків, можна без застереження зауважити, що середовище “на вході” і середовище “на виході” міської екосистеми суттєво відрізняються від екосистеми села чи малого міста. Тому дослідження урбоекосистеми великих міст є дуже актуальним і вимагає наукових даних з багатьох галузей знань.

Дійсно, чим більша за розмірами природна екосистема, тим менше вона залежить від зовнішніх чинників, наприклад, ліс — гай, або лісова екосистема і окремих в її складі елементарних біогеоценоз. Проте, розглядаючи урбоекосистему великого міста, можна стверджувати зворотнє: чим більші її розміри, тим більше вона залежить від стану середовища “на вході” і середовища “на виході”. Адже кожна клітинка цього велетенського організму одночасно переробляє величезну кількість речовини.

Якщо вважати міські сади і сквери окремими екосистемами, можна стверджувати, що їхнє функціонування залежить від стану середовища “на вході”, зокрема, рівня теплового та пилогозового забруднення кварталу чи міського району міста (див. рис. 3.5, є). Як відомо, невеликі сквери великого міста практично не впливають на його мезоклімат, тобто на середовище “на виході”. Водночас великі паркові чи водні екосистеми здатні охолоджувати і зволожувати повітря прилеглих забудованих і заможених територій, а також зумовлювати явище “бризу” — легкого свіжого вітерцю.

“Сьогодні, — пише Ю. Одум (1986), — навіть у посушливих районах більшість міст мають широкий “зелений пояс” або включають в себе автотрофний компонент: дерева, чагарники, трав’яні газони, а часто озера і ставки; органічна продукція цього зеленого компонента не відіграє помітної ролі в постачанні механізмів і людей, які так щільно заселяють місто і цей промисловий район. Без величезних надходжень їжі, пального, електроенергії і води механізми, автомобілі, фабрики і т.п. припинили б роботу...”

Безумовно, міські ліси, луки і парки являють собою величезну естетичну і рекреаційну цінність: вони пом’якшують коливання температури в місті, зменшують шумові й інші типи забруднення, надають місце для



існування співучим птахам та іншим дрібним тваринкам тощо. Однак праця і пальне, які витрачають на зрошення, удобрення, стрижку газонів, обрізку дерев, видалення зрізаних або опалих гілок і листя, а також іншу роботу, необхідну для підтримки приватних і громадських зелених зон міста, збільшують енергетичні (і грошові) витрати на життя в місті. Звичайно, енергетичні ресурси урбоекосистема імпортує, доставляючи їх за сотні і тисячі кілометрів.

В табл. 5.1, поданій Ю.Одумом, порівнюється “забудований ліс” (місто) в Медісоні (штат Вісконсін) з сусіднім не порушеним лісом. У місті близько 30% житлового району покрито бетоном або зайнято будинками та іншими “непроникними” об’єктами, але в перерахунку на площу, зайняту рослинами, “забудований ліс”, завдяки садівничій діяльності людини й особливо удобренню і зрошенню, характеризується значно більшим видовим різноманіттям рослин і більшою продуктивністю.

Таблиця 5.1

Порівняння природного лісу і міста (за Одумом, 1986)

Показник	Природний ліс	Забудований ліс
Кількість видів дерев	10	75
Кількість видів чагарників	20	74
Біомаса дерев (середня суха маса надземних частин), $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$	27	10
Річна чиста продукція усієї рослинності, $\text{кг} \cdot \text{мм}^{-2}$	812	719
Чиста продукція на зайнятій площі (у випадку забудованої місцевості без урахування 30% площі, де ліс вирубаний), $\text{г} \cdot \text{м}^{-2}$	812	1027
Внесено добрив, $\text{кг} \cdot \text{га}^{-1}$	0	136
Річний експорт органічних речовин, $\text{г} \cdot \text{м}^{-2}$	0	497
Затрати води на зрошування	0	Великі (точно не відомо)

Проте міська екосистема, як виявляється, є дуже марнотратною. Маючи в своєму розпорядженні значну кількість продукрованої міською зеленню органічної речовини ($1027 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$), вона її ($497 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$) експортує, тобто вивозить за межі екосистеми (приміські сміттєзвалища), причому тоді, коли в приміську екосистему імпортується значна кількість добрив ($136 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$). Слід зазначити, що згадана лісова екосистема не імпортує і не експортує органічної речовини.

Як бачимо, урбоекосистема — це єдине ціле з її “входом” і “виходом”. А як зауважує В.О.Межжерін (1998), “головною властивістю цілого є здатність збереження, тому в ньому все “повертається на круги своя”. Звідси неминуче слідує, що в цілому (в матеріальній системі, якщо в

одному місці щось зменшилося, то в іншому обов'язково додалося)" господарська діяльність людини в урбоекосистемі далеко виходить за межі території безпосередньо забудови і впливає на всі природні компоненти не лише всередині міста, але і далеко за його межами. Фізико-геологічні зміни ґрунтів, підземних вод та інших компонентів літогенної основи відчуються залежно від конкретних умов у радіусі 25–30 км, біогеохімічні зміни — на ще більших віддалях. Доведено, що крупні міста, а тим більше міські агломерації, впливають на оточуюче середовище на віддалі в 50 разів більшій, ніж власний радіус. Особливо цей урбогенний тиск відчують ґрунти, водойми, повітряний басейн і рослинний покрив. Проте урбанізоване середовище і природа — це не взаємовиключаючі поняття, оскільки в них є одна "дуже важлива спільна властивість, яка витікає із соціальної суті людини — велике місто і природа необхідні людині однаковою мірою (Владіміров, 1999)".

5.3. ІНТЕНСИВНІСТЬ ОБМІНУ Й ЕКОЛОГІЧНА РІВНОВАГА

Гомеостаз міської екосистеми можна забезпечити лише шляхом гармонізації обміну речовини і енергії між блоками живої і неживої природи. Антропогенні зміни в урбоекосистемі мають бути поступовими і передбачити правильний розподіл і силу антропогенних навантажень і необхідні умови адаптації людини та природного середовища. Лише за таких умов можна зберегти (на відміну від існуючої рівноваги в природних системах) динамічну екологічну рівновагу в міських системах.

Під екологічною рівновагою в урбоекології слід розуміти (Владіміров, 1999) *такий стан природного середовища урбанізованого району міської агломерації або окремого міста, при якому забезпечується саморегуляція, належна охорона і відтворення його основних компонентів — атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтового та рослинного покриву, тваринного світу*. Неодмінними умовами такого стану мають бути:

1. Відновлення основних компонентів природного середовища, яке забезпечує їх баланс у міжрайонних потоках речовини й енергії.
2. Відповідність ступеню геохімічної активності ландшафтів (у тому числі наявність умов для достатньо високих темпів міграції продуктів техногенезу) масштабам виробничих і комунально-побутових забруднень.
3. Відповідність ступеню біохімічної активності екосистеми району рівню антропогенних забруднень (у тому числі наявність умов для біологічної переробки органічних і нейтралізації шкідливого впливу неорганічних забруднень).



4. Відповідність рівня фізичної стійкості ландшафтів силі впливу транспортних, інженерних, рекреаційних та інших антропогенних навантажень.

5. Баланс біомаси непорушених або слабо порушених антропогенною діяльністю ділянок екосистеми району розселення, достатня складність і якомога більше різноманіття природного середовища.

Наявність у межах району формування розселення першої й останньої умов *екологічної рівноваги* в ряді випадків можна розглядати як достатньо надійну гарантію здійснення всіх інших її вимог.

В.В.Владіміров (1999) справедливо відзначає, що при розгляді умов екологічної рівноваги на різних територіальних рівнях спостерігається суттєва різниця у можливості їх реалізацій. На *глобальному рівні* всі ці умови (а в цьому і полягає екологічна стратегія людства) мають бути, без сумніву, виконані. Їх реалізація можлива і на *макротериторіальному рівні* (континенти, крупні країни, окремі регіони великих держав). На *мезо- і мікрорегіональних рівнях* стосовно *локальних систем розселення* (агломерації, міста) можна виконати лише частину умов екологічної рівноваги, в чому не важко переконатися, звернувшись до відомих літературних джерел (Владіміров, 1999).

Таблиця 5.2

Орієнтовні зіставлення компонентів природного середовища і деяких ресурсів, які споживаються і відтворюються містом з населенням 1 млн мешканців і площею 20 тис. га

Найменування компонентів або ресурсів	Споживання	Відтворення	Дефіцит	Території, необхідні для покриття дефіциту, тис. га
Атмосферний кисень	30 млн т	25–30 тис. т	21,7 млн т	5000–6000
Вода	500 млн м ³	5 тис. м ³	500 млн т	1500–2000
Грунтово-рослинний покрив, необхідний для організації масового відпочинку громадян	5 тис. га	–	1000–2000 тис. га	1000–2000
Будівельні матеріали, сировина для промисловості і т.п.	10–12 млн т	–	10–12 млн т	40–50
Паливо (умовне)	8–9 млн т	–	8–9 млн т	25–30
Харчові продукти	1 млн т	–	1 млн т	500–600

Особливості метаболічних процесів в урбоєкосистемі та її взаємодія із сусідніми екологічними системами дали змогу виділити її основні риси (Владіміров, 1999): *поліморфізм (залежність від суміжних екосистем), акумулювативну здатність і неурівноваженість основних структур.*

Поліморфізм урбоєкосистеми полягає в тому, що вона є багатоліцзя: в

ній немовби перемішані природні (геосфера, атмосфера, гідросфера) та антропогенні (будівлі, елементи інфраструктури) компоненти.

Залежність урбоєкосистеми як надвідкритої системи полягає в тому, що вона не може сама себе "прогодувати". Як бачимо (табл. 5.2), дефіцит елементів життєдіяльності — кисню, води, ґрунтового-рослинного покриву, продуктів харчування — сягає величезних розмірів. Мільйони тонн матеріалів, сировини вимагають міська промисловість і будівництво, а транспорт — мільйони тонн палива. Не одержавши, наприклад, продуктів харчування, "люди невдовзі або померли з голоду, або ж покинули місто" (Одум, 1986, с. 89).

Місто — акумулююча екосистема, оскільки вона характеризується *позитивним балансом* обміну речовин, що призводить до їх накопичення. Це й перегрів внаслідок акумуляції сонячного тепла мертвою підстильною поверхнею, і формування потужного культурного шару ґрунту, і новий рельєф з териконами і звалищами.

Міські агломерації стають велетенськими акумуляторами тепла. "В даний час, — пише Є.К. Федоров (1977), — значні території крупних міських агломерацій, промислових центрів і навіть цілих країн — наприклад Бельгія, — які мають розміри порядку десятків і сотень тисяч квадратних кілометрів є такими джерелами. Якщо на кордонах сучасної Бельгії була б побудована стіна заввишки декілька кілометрів, то температура в країні виростає б на декілька градусів".

Неврівноваженість урбоєкосистеми полягає в тому, що вона розвивається не відповідно до законів природи, а виходячи із суб'єктивних уявлень людини, передусім її споживацької психології. Як зазначено вище, міста минулого перебували в стані екологічної рівноваги: природне середовище сприяло знешкодженню відходів, самоочистці вод, ґрунту і повітря. Сьогоднішня невірноваженість великих міст зумовлює постійне передчуття екологічної кризи, яку можуть викликати нестача води, зупинка роботи очисних споруд, раптові викиди в атмосферу шкідливих речовин чи припинення подачі електроенергії.

5.4. ЗБАЛАНСОВАНІСТЬ АВТОТРОФНИХ І ГЕТЕРОТРОФНИХ ПРОЦЕСІВ

На відміну від природних екосистем біомаса в місті незбалансована. Наприклад, відношення фітомаси до зоомаси тут є іншим, ніж у природних екосистемах, головним чином за рахунок величезної маси людей (табл. 5.3), кормові ланцюги і мережі розімкнуті в основних їх ланках, а мета-

Біомаса міста Брюсселя (за Sukopp, Wittig, 1993)

Біомаса (жива маса)	кг	%	Консументи
1 075 000 мешканців	59 000 000	7,16	80,0
100 000 собак	1 000 000	0,12	1,36
250 000 котів	750 000	0,09	1,02
Доповних черв'яків	8 000 000	0,97	10,85
Інших тварин	5 000 000	0,61	6,78
Суми консументів	73 750 000	8,95	
Рослин	750 000 000	91,05	
Загальна біомаса	823 750 000		

болізм міста (процеси споживання води та харчових продуктів і виділення продуктів життєдіяльності) сильно відрізняється від кругообігу речовини в природі.

Компоненти і процеси, які забезпечують функціонування природної екосистеми, показані на рис. 5.3 На спрощеній блоковій системі, поданій Ю.Одумом (1986), схематично показана взаємодія трьох основних компонентів, а саме: угруповання, потоку енергії і кругообігу речовини. Як бачимо зі схеми, тут колом позначене джерело енергії; U-подібної форми з кришечкою — сховища енергії; U-подібної форми — автотрофи (зелені рослини, здатні переводити сонячну енергію в органічну), а шестикутни-

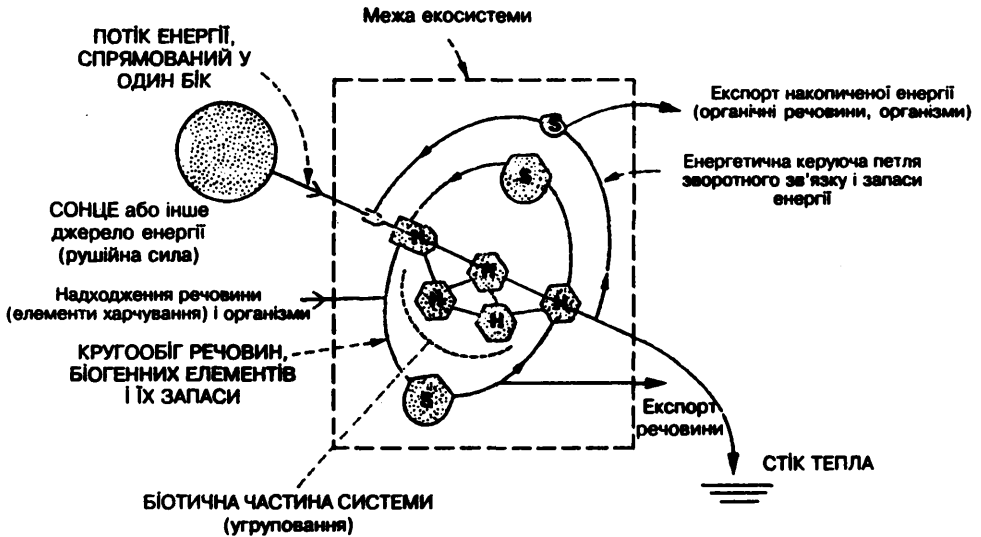


Рис. 5.3. Функціональна схема екосистеми. Її складають чотири основні компоненти — потік енергії, кругообіг речовин, угруповання і керуючі петлі зворотного зв'язку. Угруповання представлено у вигляді сітки (харчової), яка складається з автотрофів (А) і гетеротрофів (Н). Запаси поживних речовин позначені буквою S.

ками — гетеротрофи (організми, які споживають готовий корм). На цій функціональній схемі угруповання зображене у вигляді “кормової мережі”, утвореної автотрофами і гетеротрофами, пов’язаної між собою відповідними потоками енергії, кругообігу біогенних елементів і депонуючими одиницями.

Перенесення енергії корму від її джерела — автотрофів (рослин) — через ряд організмів, яке відбувається шляхом поїдання одних організмів іншими, називають *кормовим ланцюгом*. Як відомо, є два типи кормових ланцюгів: *пасовищний* (розпочинається з рослин) і *детритний* (йде від мертвої органічної речовини до мікроорганізмів, а потім до детритофітів і хижаків).

У міських екосистемах трофічні ланцюги порушені або зовсім розірвані. Порівнюючи з природною лісовою і лучною рослинністю, бачимо, що передусім змінився сам автотрофний блок. Цьому сприяло збіднення видового різноманіття рослин, характерних для місцевих умов. Якщо воно і зростало, то лише за рахунок рослин-інтродуцентів і синантропних видів, багато з яких не мають своїх споживачів — гетеротрофів. Крім того, часто листоїди “відмовляються” вживати листяну продукцію, оскільки вона буває просто непридатною для вживання внаслідок насичення різними токсикантами, причому під впливом ксерофільних умов змінюється морфологія і анатомія листя, яке стає важче споживати.

Збіднення видового складу рослин і тварин, а також забруднення середовища їхнього існування є основною причиною спрощеності кормових ланцюгів та їх “обривів”. Часто в міських кормових ланцюгах відсутні консументи другого порядку (хижаки, що поїдають листогризів) і практично відсутні хижаки найвищого рівня (яструбині, соколинні тощо). Зате багато хижаків-синантропів, наприклад щурів, які живляться рештками людської їжі або продуктами овочесховищ. Це стосується також нової спеціалізації ворон, які годуються, як правило, на замських звалищах і міських смітниках.

“Можна було б очікувати, — пише Б. Клауснітцер (1990), — що частка поліфагів до центру міста збільшується, а монофітів — знижується. Проте результати досліджень різних груп комах у Варшаві свідчать про те, що така тенденція спостерігається не завжди” (табл. 5.4).

За даними В. Кюгнеля (1977), в Ресьпарку (Відень) майже повністю відсутні групи видів, які живляться листям дерев, трав’яними рослинами, перегноем і падаллю, а також квітами.

У багатьох випадках спостерігається така закономірність: зменшується або збільшується чисельність гетеротрофів уздовж АЕ-градієнта (від

Таблиця 5.4

Частка видів з різною трофічною амплітудою в міських місцезростаннях Варшави (%)

Група	Приміська зона	Парки	Зелені насадження в міських кварталах	Центр міста
Жужелиці (Czechowski, 1981)	30,5	29,3	33,5	33,5
Жуки-довгоносики (Cholewicka, 1981):				
поліфаги	16,4	17,3	20,8	24,2
монофаги	13,4	10,1	6,3	9,1
Жуки-листоїди (Wasowska, 1981):				
поліфаги	14,0	8,7	11,1	7,7
олігофаги	60,5	65,2	72,2	76,9
монофаги	16,3	21,7	11,1	7,7
Справжні мухи, неспаритичні падальні мухи і квіткові мухи (Gorska, 1982):				
пантофаги	28,4	31,8	78,2	59,5
поліфаги	24,7	23,3	13,0	16,2
Мурашки				
пантофаги	77,1	76,1	100,0	90,0

центру до периферії міста). Наприклад, чисельність зоофагів, зокрема павуків, сінокосців, клопів, зростає від центру до околиці (рис.5.4).

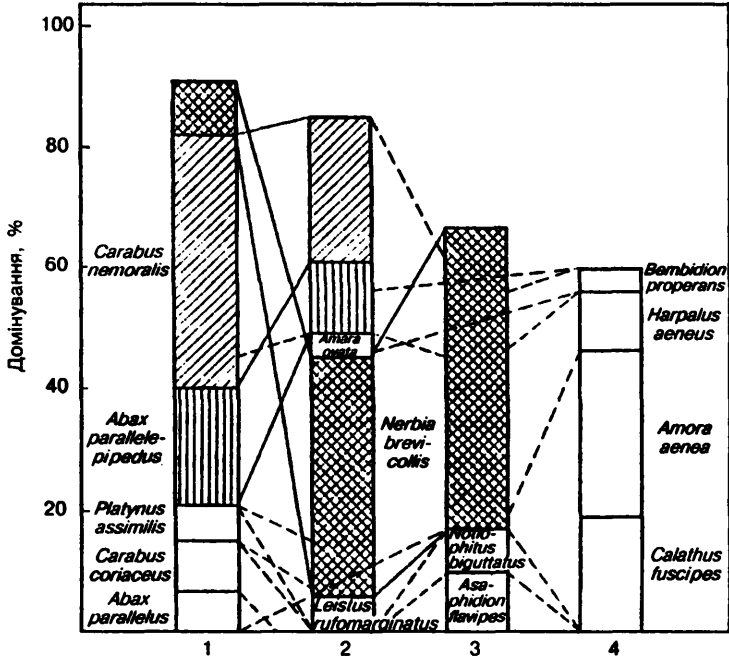


Рис. 5.4. Зміни характерних угруповань жужелиць уздовж А-Е-градієнта у Лейпцігу (за Klausnitzer, 1982).
1-4 — місцезростання від околиць до центру міста.

Про ускладнення умов існування міських гетеротрофів свідчать їхні зворотні реакції — фізіологічні, морфологічні й етологічні (поведінкові).

Встановлено, що вміст азоту у флоемному соці є лімітуючим фактором живлення тлі. Тому нітратне гідроживлення рослин підвищує доступність поживних соків для тлі, що сприяє їхній тривалій і стійкій фертильності (лат. *фертіліс* — плодовитий).

Морфологічна реакція тварин на особливості міських умов існування проявляється найчастіше в структурі поверхні тіла та забарвленні. Наприклад, для багатьох птахів і європейського їжака ця реакція має характер *альбінізму*, для молюсків — *смугастості*.

Зміни в поведінці тварин у місті численні та різноманітні, особливо у птахів (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Приклади особливостей поведінки в місті (за Клауснітцером, 1990)

Вид	Поведінка
Велика синиця	Здібність до навчання (відкривання молочних пляшок) та годування з рук
Зяблик	Виникнення "діалектів"
Витютень	Зменшення "дистанції тікання"
Чорний дрізд	Зміна стереотипу гніздування, поведінка при гніздуванні
Звичайний шпак	Незвичні місця гніздування
Павуки	Поведінка при розмноженні
Сірий щур	Ритміка

Порушенню збалансованості автотрофних і гетеротрофних процесів сприяють урбаністичні фактори смертності. Великої шкоди зоопопуляціям завдають зміни місцезростань, використання пестицидів, інтродукція гемерохорних рослин ("ефект пастки", токсичність пилюки і нектару), антропогенний вплив на конкуренцію і хижацтво.

В табл. 5.6 наведені техногенні і структурно зумовлені фактори смертності фауни.

Величезна кількість тварин гине на проїзній частині доріг, особливо молюски, дощові черв'яки, земноводні, землерийки, європейські їжаки, чорні дрозди, горобці, різні комахи. В Австрії, наприклад, упродовж одного року гине 14 тис. комах, ставши жертвами вуличного руху. До 3 тис. комах на 1 км розбиваються об вітрове скло легкових машин.

У багатьох наукових працях вказано, що жертвами вуличного руху передусім стають їжаки. Максимум їх загибелі припадає на літо, мінімум — на осінь. Літній максимум зумовлений передусім активністю самців у період спарювання, осінній — підвищеною активністю, пов'язаною з накопиченням на зиму жирових запасів, збільшенням кількості популяції і пошуком місць зимування.

Техногенні і залежні від структури фактори смертності
(за Герр, 1977, з доповненням Клауснігера, 1990)

Фактор	Вид впливу	Приклади
Скошування, спалювання трави	Пряме знищення фауни трав'яного ярусу і поверхні ґрунту, руйнування місцезростань, скорочення кормових ресурсів	Скорочення чисельності веретільниці
Будівництво і транспортні роботи	Будівельні котловани і ями як пастки; переміщення і вирівнювання ґрунту, заповнення ставків	Після заповнення ставка на поверхні води знайдено 400000 мертвих жуків
Структура будівель і матеріалів	Горища як пастки; зіткнення зі скляними фасадами, дротом, огорожами; висихання при пересіченні ділянок зі штучним покриттям	Денні метелики, летючі миші, сипухи та ін. птахи, равлики, черв'яки, мокриці
Властивості матеріалів	Прилипання до смоли і свіжої фарби, масляної плівки і рідини, приманювальна дія вапняного пилю	Бджоли, двокрилі, жуки
Всмоктуючі і нагнітаючі повітря установки	Повітряні фільтри	Один повітряний фільтр засмоктує і вбиває за рік 5 млн комах, дрібнокоміркова сітка зменшує цю кількість до 20 000
Припалювання й інші умови	Джерела світла, оптообмани (бляшані дахи приваблюють водних комах), викинуті пляшки і пластмасові коробки як пастки	Дефектна потужна лампа за ніч може знищити 100 000 комах

5.5. СТАДІЇ ТА СТУПЕНІ РОЗВИТКУ УРБООСИСТЕМИ

Беручи до уваги дискретний характер біогеоценотичного покриття міста (урбогеоекобіоти), маємо справу з численними елементарними екосистемами (біогеоценозами: повночленними і неповночленними), які відрізняються одна від одної не лише едафічними і кліматичними умовами, але й історією свого розвитку. Можна з впевненістю сказати, що у великому місті в даний конкретний момент сотні і тисячі угруповань перебувають на певній стадії свого розвитку (див. рис. 7.1.) . На території міста трапляються *сингенетичні* екосистеми, тобто ті, які перебувають на ранніх (піонерних) стадіях розвитку (заростаючі кар'єри, насипи, звалища, ділянки із зрізаним родючим шаром ґрунту) і більш зрілі, *ендоєкогенетичні*, які в своєму розвитку прямують до *клімаксу* — стабільності (старовинні парки, створені на базі лісових масивів, приміські ліси, рослинні угруповання боліт).

На території міста можна спостерігати як *аутогенні* (самопороджені) сукцесії, розвиток яких визначається внутрішніми взаємодіями, так і *аллогенні* (породжені зовнішніми впливами) — пожежами, селями, будівельними роботами тощо.

Зупинимось на особливостях змін основних структурних і функціональних характеристик аутогенної сукцесії, які перераховані Ю.Одумом (1986) в табл. 5.7.

Таблиця 5.7

Тенденції змін основних характеристик екосистеми, які слід очікувати в ході аутогенної сукцесії (Одум, 1986)

№ за порядком	Енергетика екосистеми
1	Зростає біомаса (B) і кількість органічного детриту
2	Зростає валова продукція (P) за рахунок первинної; вторинна продукція змінюється слабо
3	Зменшується чиста продукція
4	Збільшується дихання (R)
5	Співвідношення B/R зростає (P/B відповідно зменшується)
6	Співвідношення P/R наближується до одиниці (рівновага)
	<i>Кругообіги біогенних елементів</i>
7	Кругообіги стають все більше замкнутими
8	Збільшуються час обігу і запас важливих елементів
9	Зростає коефіцієнт циклічності (відн./вхід)
10	Утримується і зберігається більше біогенних елементів
	<i>Види і структура угруповань</i>
11	Змінюється видовий склад угруповань (флористичні і фауністичні естафети)
12	Зростає багатство як компонент різноманіття
13	Зростає вирівнюваність як компонент різноманіття
14	r -Стратегії в широких масштабах замінюються k -стратегіями
15	Ускладнюються і подовжуються життєві цикли
16	Збільшується величина організмів і (або) їх стадії розселення (насіння, молодь і т.п.)
17	Значною мірою розвивається взаємовигідний симбіоз *
	<i>Стабільність</i>
18	Зростає резистентна (лат. <i>resisto</i> — опірність) стійкість *
19	Зменшується пружна стійкість *
	<i>Загальна стратегія</i>
20	Зростає ефективність використання енергії і біогенних елементів *

* Тенденції обґрунтовані теоретично і ще не підтверджені в польових умовах

Перші шість пунктів табл. 5.7 стосуються *біоенергетики* екосистеми. Як бачимо, на першій стадії автотрофної сукцесії в середовищі, де немає органічної речовини (кар'єри, свіжі насипи), швидкість утворення первинної продукції, або загальний (валовий) фотосинтез (P), перевищує швидкість дихання угруповання (R), тому співвідношення P/R буває мен-

ше 1. Таке середовище першими заселяють бактерії й інші гетеротрофні організми, а тому цю суцесію називають *гетеротрофною*.

Проте в обох випадках згідно з теорією, підкреслює Ю. Одум, величина P/R наближується до одиниці в міру розвитку суцесії. Отже, в *зрілій*, або *клімаксовій*, екосистемі спостерігається тенденція до рівноваги між зв'язаною енергією і енергією, яка витрачається на підтримку біомаси (тобто сумарне дихання угруповання). Таким чином, відношення P/R є функціональним показником *зрілості* екосистеми.

До того моменту, доки P буде більше R , у системі накопичуватимуться органічна речовина і біомаса (B), внаслідок чого відношення B/P , B/R або B/E (де E (енергія) = $P+R$) будуть збільшуватися або відповідно P/B буде зменшуватись. Звідси випливає, що врожай на корені, який підтримується доступним потоком енергії (E), досягає максимуму на *зрілій*, *клімаксовій* стадії.

Розвиток суцесії до стадії зрілості відбувається внаслідок кругообігу біогенних елементів. Важливим у розвитку суцесії є збільшення сили обігу і підвищення здатності до збереження і регенерації речовин. Це, передусім, стосується "замикання", або "ущільнення", біохімічних циклів основних біогенних елементів, таких, як азот, фосфор і кальцій. В умовах урбанізації ці процеси, як свідчать результати досліджень, сповільнюються або порушуються.

Спостерігаючи суцесійні зміни, які відбуваються в міських біогеоценозах, не можна не помітити безперервної зміни видів у часі. Цю зміну Еглер (1954) назвав "флористичною естафетою". В біогеоценозі, де водночас із рослинністю змінюється і тваринний світ, спостерігається "фауністична" естафета. Дослідження спрямованості та результативності цих змін, які відбуваються в умовах урбогенних і техногенних навантажень, — одне з важливих завдань урбоекології.

Залежно від характеру суцесійних процесів, котрі перебігають у біогеоценозах міської екосистеми, можна визначити, на якій стадії розвитку вона перебуває. Якщо в ній більшість біогеоценозів знаходяться на початкових етапах свого розвитку (молоді міста в районах новобудов), то вона може бути названа *молодою*. Якщо це місто вже давно практично не розвивається і в ньому більш-менш збалансований приплив і відтік речовини й енергії, її можна назвати *зрілою*.

Як зазначає В.В. Владіміров (1999), значна перевага міської біомаси над продуктивністю не забезпечує високої стійкості міської екосистеми до зовнішніх впливів через спрощеність її складу. Тому забезпечення гомеостазу в міських умовах є дещо іншим, ніж у природних, а тому підтрим-

ку динамічної рівноваги доводиться здійснювати шляхом використання еколого-компенсаційних заходів (рис. 5.5).



Рис. 5.5. Урбогенні ушкоджуючі фактори та заходи компенсації наслідків їх впливу на деревні рослини (за Курницькою, 2001).

5.6. НАКОПИЧЕННЯ УРБЕКОСИСТЕМАМИ РЕЧОВИНИ Й ЕНЕРГІЇ

Хоч урбанізовані екосистеми “паразитують” на середовищі життєзабезпечення (природному й окультуреному), одержуючи біологічну продукцію для своїх потреб, вони водночас створюють і експортують інші, переважно небіологічні ресурси. В табл. 5.8 наведено структуру обігу речовин, яку “продукує” щорічно ФРН (Sucopp, Wittig, 1993), а саме: CO₂, хімічні продукти, добрива, пестициди, індустриальні, будівельні та побутові відходи. Значна частина з них небезпечна для біологічного середовища і безпосередньо для людини. У зв’язку з цим Ю.Одум називає урбанізовані екосистеми “гарячими точками” планети. А вони займають 6 % площі суші (агроекосистеми — 24%).

Як відомо, потужність міських промислових систем приблизно в сотні разів вища будь-якої природної екосистеми. Якщо природна екосистема (відкритого океану, лісу) одержує щороку приблизно 20000 ккал/м², то

промислово-міська — 2 000 000 ккал/м². У великих містах висококонцентрована потенційна енергія палива не просто доповнює, але й заміняє сонячну енергію. Слід відзначити, що в умовах сучасного міського господарства з його велетенськими площами мертвої підстильної поверхні (асфальт, бетон, камінь, метал), які акумулюють тепло і сприяють формуванню смогу, сонячна енергія стає навіть шкідливою (Саратов, 1998).

Таблиця 5.8

Обіг речовини на одну особу в рік для ФРН (1989), кг
(за Susopp, Wittig, 1993)

Домашнє сміття	365
Індустріальні відходи (без будівельного сміття)	1300
Будівельне сміття і ґрунтові відвали	2000
Викопна інертна енергія	6000
Вивільнення CO ₂	11700
Хімічні продукти: неорганічного і органічного походження, агрохімікалії, штучні речовини, фарби і лаки тощо	503
Пестициди: Виробництво	3,7
Використання	0,53
Автобрухт (з них 75% легкових автомобілів)	32
Добрива (N,P,K, Ca)	85
Мийні та очищувальні засоби	28,3
Фосфорні добавки вод	1,14
НРК (виробництво)	1,9
Споживання води, крім тієї, що йде на охолодження	300000

Ю.Одум виділяє дві головні властивості екосистем, які урухомлюються імпортованою енергією палива. Перша, і найбільш важлива з них, — безмірна потреба в енергії щільно населених індустріально-міських районів. Виявляється, що вона на 2–3 порядки більша того потоку енергії, який підтримує життя в природних або напівприродних системах. Кілокалорії енергії, які щорічно перебігають через квадратний метр індустріального міста, становлять вже не тисячі, а мільйони одиниць.

Наприклад, у США в 1970 р. було спожито $17,4 \times 10^{15}$ ккал енергії палива, в тому числі й того, що пішло на виробництво електроенергії. Поділивши цю цифру на 200 млн чоловік, одержимо близько 87 млн ккал. на душу населення в рік. Відомо, що людина в рік споживає у вигляді продуктів харчування всього 1 млн ккал енергії. Отже, на домашнє господарство, промисловість, торгівлю, транспорт і інші види діяльності людини витрачається в 86 разів більше енергії, ніж вимагається для задоволення її фізіологічних потреб. Слід зауважити, що величина сонячної енергії, яка досягає поверхні Землі залежно від широти, коливається в межах від 1 до 2×10^6 ккал·м⁻²·рік⁻¹.

Крупні міста не лише споживають величезну кількість природних ресурсів і енергії, яка доставляється до них звідусіль, але й виробляють величезну кількість відходів. За даними Б.Б. Прохорова, мільйонне місто щорічно викидає в атмосферу не менше 10-11 млн т водяних парів, 1,5-2,0 млн т пилю, 1,5 млн т окису вуглецю, 0,25 млн т сірчистого ангідриду, 0,3 млн т окису азоту. Тому 15 млн поселень на нашій планеті, як зауважує В.В.Владіміров, виступають як основні вогнища антропогенного збурення в біосфері, а найкрупніші з них, міста-мільйонери, — за масштабами впливу на атмосферу порівнюють з вулканами.

Для екосистемного комплексу великого міста, як вже відзначалось, характерні такі фактори: пересичення суходільних і водних екосистем поживними речовинами, падіння рівня ґрунтових вод, зміна природного стану ґрунтів і формування нехарактерних для даної місцевості рельєфу і міських кліматів, забруднення атмосферного балансу (рис. 5.6).

Як бачимо з рис. 5.6, найбільші зміни відбулися в рослинному і тваринному світі. В межах міської забудови зникають корінні дерево-чагарникові породи, а на їхньому місці поширюються інтродуковані види. Якщо в приміській зоні кількість видів тварин коливається в межах 25-38 на 1 км², то на території міста вона становить 6-18 на 1 км². В місті втричі менше представників орнітофауни (18 проти 37).

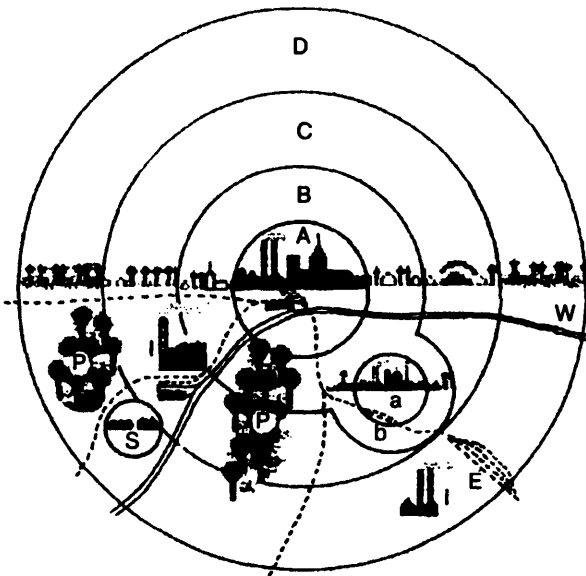


Рис. 5.6. Концепційна модель міста (за позначеннями А, В, С, D), яка проходить через підцентр (а, b), спальний район (S), азональні елементи Е, І, Р, W і продовжується до безмежності. (За Wittig, 1991).

У концентричній міській моделі міста Р.Віттіга (1991) розкриваються особливості формування ландшафтно-планувальних елементів урбоекосистеми (рис. 5.6). Як бачимо, в кожній з урбанізованих зон вводяться еколого-компенсаційні елементи — зелені насадження різного типу і функціонального призначення.

5.7. ОСОБЛИВОСТІ РЕЧОВИННО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО БАЛАНСУ ТА ЙОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Висвітлення потоків речовини і енергії в урбоекосистемах покладене в основу методології екосистемологічних досліджень, насамперед аналізу різноманітних трофічних ланок і мереж та енергетичних потоків. Завдяки таким аналізам встановлюємо, що міська екосистема функціонує головним чином внаслідок її солярно-енергетичного забезпечення і постійно залежить від нього. Всі життєві і багато геофізичних процесів відбуваються завдяки солярній енергетиці (радіальні і латоральні газо-димові і теплові потоки в атмосфері міста).

Складність встановлення речовинно-енергетичного балансу пов'язана із віддаленням природно-сировинних джерел, які забезпечують міста висококонцентрованою енергією палива і сировиною.

Особливе місце займають потоки засобів харчування людей і домашніх тварин. Ця частка є значною у загальному балансі, однак слід відзначити, що трофічні ланки в ланцюгах не так тісно пов'язані між собою, як це буває в природних екосистемах, тим більше, що тут переважає постачання іззовні. Споживачі — людина та її домашні тварини — в урбанізованих екосистемах є переважаючими, тоді як продуценти і деструктори в трофічних мережах відіграють підпорядковану роль.

Існують прямі взаємозв'язки між вживанням містом різних речовин і зміною життєвих умов рослин і тварин, особливо щодо довгострокових змін умов існування.

Матеріальні баланси, які застосовують у промисловості, являють собою добру основу для аналізу в сфері міської екології, спрямованого на планування довкілля. Міста стосовно інших територіальних одиниць характеризуються високим рівнем заселення та густою транспортною мережею. Правда, в густонаселених районах міста можна вирізнити субурбанізовані зони з низьким відсотком забудови та незначною транспортною мережею. Такі субурбанізовані зони можуть значною мірою впливати на міський центр, знижуючи концентрацію емісії. Чим більшим є



місто, тим більше воно користується відкритими довколишніми землями і тим більшою є небезпека завдати шкоди цим осередкам природи.

З такими неоднаковими умовами життя і праці в різних зонах міської екосистеми пов'язані значні відхилення щодо кількості спожитої речовини й енергії. Потреба в енергії міських екосистем прямо залежить від інтенсивності господарської діяльності та кількості транспорту, які є, як правило, надпропорційно високими (Sukopp, Wittig, 1993). В зв'язку з цим місто завжди залежить від замиської зони, яка є резервуаром сировини, чистої води і повітря, а також кормів.

Визначаючи баланс речовини й енергії міської екосистеми, важко уникнути абстракцій, оскільки не так просто зібрати цифровий матеріал, який би характеризував обсяги цих потоків на вході, на виході і всередині складного міського організму (рис. 5.7). Тому за основу розгляду балансу Г.Зукопп і Р.Віттіг (1993) взяли урбосистему міста-мільйонера Брюсселя (рис. 5.8). Подібна робота здійснюється по Гонконгу (1983). Проте, на жаль, повідомлень про вивчення цієї проблеми в інших містах в подальшому в літературі немає.

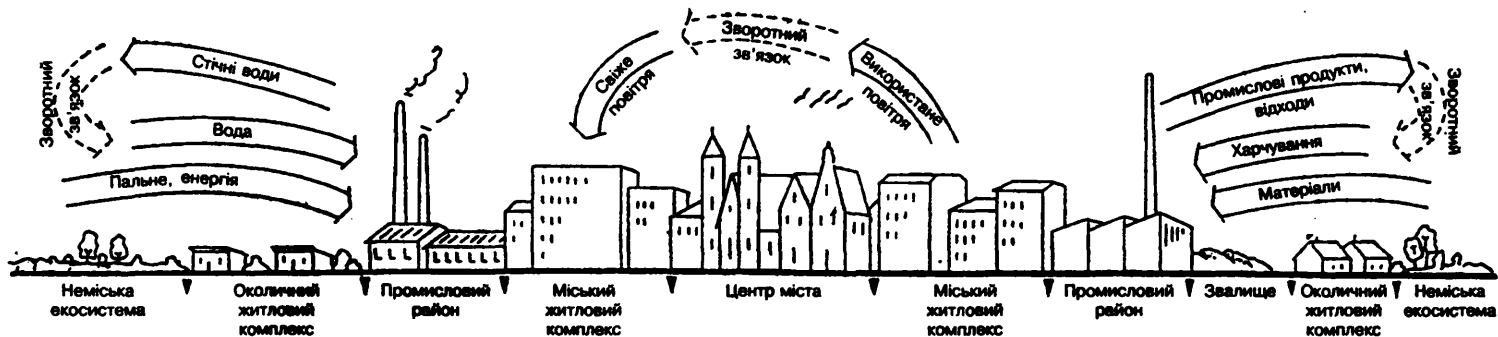
Енерго-речовинні баланси Брюсселя досліджували в трьох напрямках: баланс енергії, баланс речовини і баланс води.

Як бачимо зі схеми моделі, в урбоекосистемі Брюсселя, площа якої становить 16178 га, надходить енергія в кількості $32 \cdot 10^{12}$ ккал/рік, в тому числі $2 \cdot 10^{12}$ ккал/рік у вигляді харчових продуктів, $4 \cdot 10^{12}$ ккал/рік — чистої електроенергії і $26 \cdot 10^{12}$ ккал/рік — вугілля; сонячна енергія додає до цієї кількості $58 \cdot 10^{12}$ ккал/рік газу, нафти і бензину. Співвідношення речовини, що надходить щороку в урбоекосистему, становить: продукти харчування — $450 \cdot 10^3$ т; вугілля — $430 \cdot 10^3$; нафта — $900 \cdot 10^3$; бензин — $500 \cdot 10^3$; газ — $540 \cdot 10^3$ т. Водний річний баланс сягає 10^6 т.

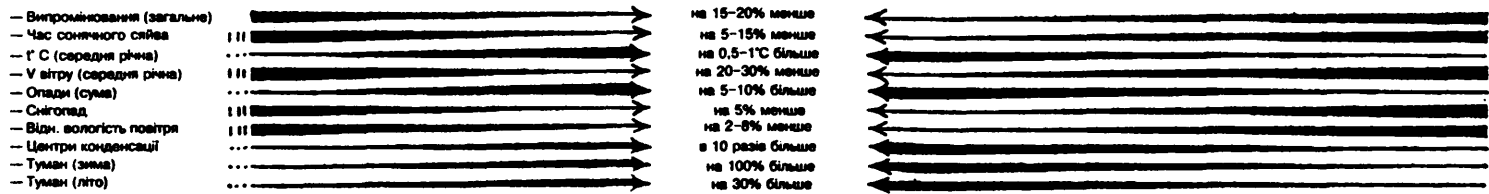
У речовинно-енергетичному обміні беруть участь 1075000 чол. населення ($59 \cdot 10^3$ т) і рослинність — $1500 \cdot 10^3$ т.

Подібно до природної екосистеми, потік речовини й енергії в урбоекосистемі рухається зліва направо, втрачаючи на кожному етапі технологічних перетворень певну кількість енергії, яка піде на задоволення виробничих та інших процесів, виділяється в природне середовище у вигляді тепла, пару, газових субстанцій, пилу, твердих відходів.

Наведена схема, наголошують Г.Зукопп і Р.Віттіг, дає можливість виділити дві взаємодіючі сфери — “натуральне” і “антропогенне” господарства, які в багатьох випадках важко розподілити. В природне середовище (“натуральне господарство”), наприклад, попадають відходи і надлишкова енергія промислового міста, котрі негативно впливають на клімат, геоло-



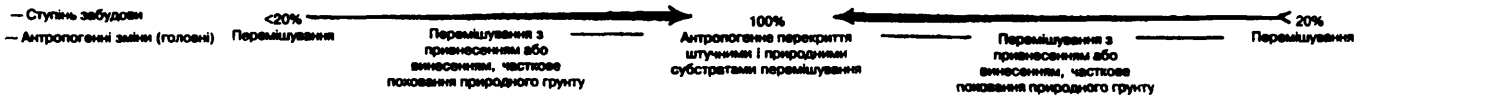
Клімат



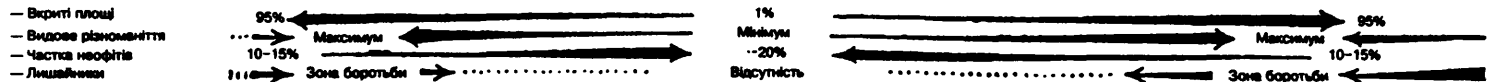
Грунтові води



Ґрунти



Рослинність



Кількість рослинних угруповань (різноманіття екологія)



Рис. 5.7. Біом промислово-міської екосистеми (За Кліуснітцером, 1990).

гію та гідрологію. Однак кислі дощі, які нещодавно були ще просто газовими емісіями, змінами природного складу атмосферного повітря, випавши на землю, можуть приносити шкоду як "натуральному" (підкислення ґрунтів, вод і т.п.), так і "антропогенному" (сприяння корозійним процесам, руйнування пам'яток архітектури тощо) господарствам.

Велика кількість речовини у вигляді сировини і палива, що використовується виробництвом і транспортом міста, входить до системи в одному вигляді виробів і відходів. Отже, ми маємо справу, як і у випадку з природними екосистемами, з "чорним ящиком", куди входять одні змінні, а виходять зовсім інші.

Найкраще системний аналіз вести, обираючи якусь одну змінну, наприклад, кількість і якість води, яка надходить в урбоекосистему, а далі спостерігати, у якому вигляді (кількісному і якісному) вона вибуває з екосистеми. Такий аналіз можна здійснювати і відносно окремих особливо токсичних забруднювачів, наприклад, свинцю.

Загальне значення балансу можна записати (Sucopp, Wittig, 1993) таким чином:

$$\text{Акумуляція} = \text{транспорт} + \text{перетворення.}$$

На рис. 5.8 зображено енергобаланс ФРН у 1984 р. На вході в систему бачимо підраховану первинну енергію (нафта, кам'яне вугілля, газ, уран) і потік води, необхідний для виробничих цілей. Вторинна енергія — це енергія перетворень, в процесі яких спостерігались значні витрати. На виході маємо кінцеву, в тому числі корисну, енергію. Такий глибокий

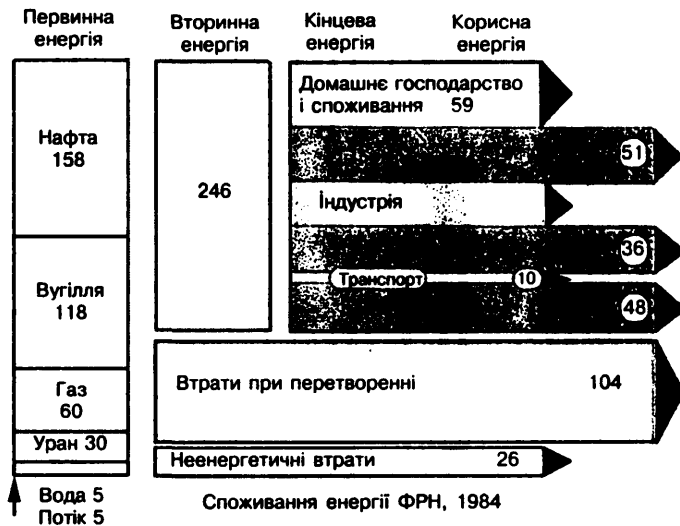


Рис. 5.8. Енергетичний баланс ФРН в 1984 році.



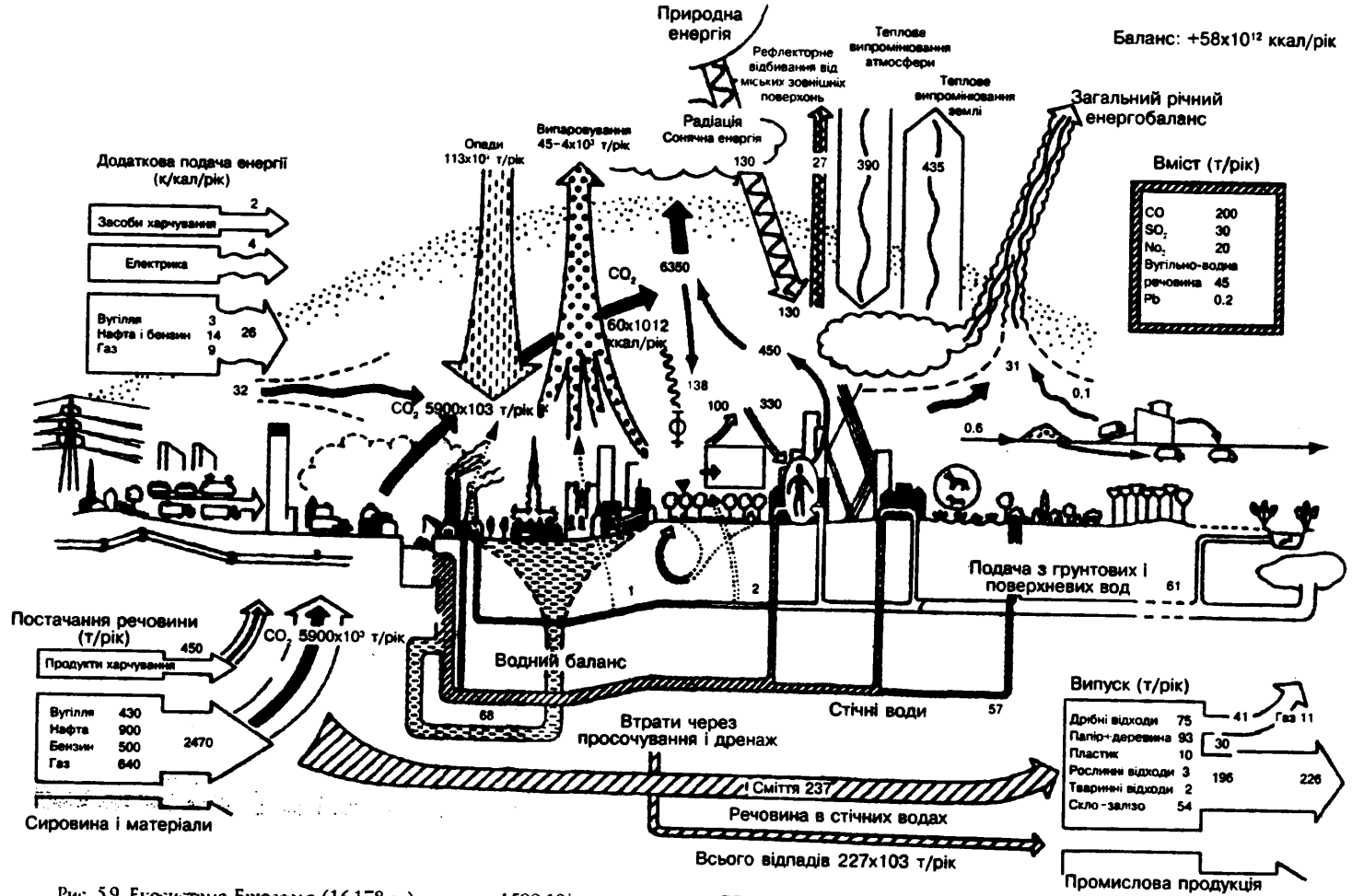


Рис. 5.9. Екосистема Брюсселя (16.178 га): рослини 1500·10⁴ т — жива маса; 750·10³ т — суха маса; люди (1075000) 59·10³ т — жива маса; 19·10³ т — суха маса.

аналіз руху речовини і енергії має важливе еколого-економічне значення. Адже енергоємність окремих виробництв пов'язана безпосередньо з витратами при перетворенні речовини й енергії та викидами в довкілля.

Акумуляція енергії на вході, яка піддається підрахунку (тонни вугілля, нафти, газу, деревини тощо, ккал електричного струму), транспортується численними потоками, перетворюючись з однієї форми в іншу. Цей відрізок перетворень енергії є найскладнішим для обчислень, оскільки розосереджується в різноманітні господарських процесів. Дещо простішим є підрахунок сумарної кількості енергії, винесеної за межі міської екосистеми у вигляді викидів в атмосферу, воду і ґрунти (рис. 5.9). Завдання полягає у з'ясуванні “ендогенних” (внутріміських) джерел виносу енергії: окремих підприємств, транспортних галузей, домашнього господарства тощо.

Щоб здійснити аналіз забруднюючих компонентів, необхідні такі дані (Sucopp, Wittig, 1993): 1) кількість внесеного матеріалу носія; 2) концентрація речовини в матеріалі носія; 3) перехідна функція на кожному етапі процесу, тобто часова залежність виходу від зміни при вході кожного компонента.

Як бачимо із схеми-моделі (рис. 5.9), її вдосконалення можливе шляхом розширення аналізу “на виході”, тобто за межами вже достатньо вивченого внутріміського балансового простору. Адже місто, як підтверджує аналіз балансів, тісно пов'язане зі своїми околицями і розглядається як результат внутрішніх і міжрегіональних процесів обміну.

Балансовий аналіз речовини й енергії м. Брюсселя свідчить, що в процесі господарської діяльності бажані і небажані ефекти виступають одночасно. Аналізуючи потік речовини й енергії, який просувається зліва направо, виявляємо небажані ефекти і вживаємо певних еколого-компенсаційних заходів, таких, як вдосконалення технологічних процесів та установок з метою зменшення емісій чи теплонагрівання.

Як бачимо, основним методом “екологічної бухгалтерії” й “екологічного балансу”, як їх називають К.-Г.Сімон і У.Фріче (Sucopp, Wittig, 1993), є аналіз безперервного процесу, який відбувається на вході, всередині урбоєкосистеми і на її виході.

Серцевиною балансу є протиставлення кількості доставленої і кількості спожитої речовини і енергії. Беручи до уваги, як і за умов природної екосистеми, перший закон термодинаміки, пересвідчуємося у його закономірній дії в умовах урбоєкосистеми великого міста. Адже ні маса, ні енергія не з'являються в урбоєкосистемі “нізвідки” і не зникають невідомо куди. Ці обсяги можна підрахувати і вивести “екобаланс” шляхом “екологічної бухгалтерії”.



На думку К.-Г.Сімона і У.Фріче, для досягнення однотипних результатів баланси мусять стосуватися територіальних або функціональних одиниць. Це, наприклад, може бути лише місто в його межах або з приміською зоною, чи окремий район міста, який нас особливо турбує своїми екологічними проблемами. Кожний рівень балансової оцінки матиме притаманні йому показники, які піддаватимуться аналізу.

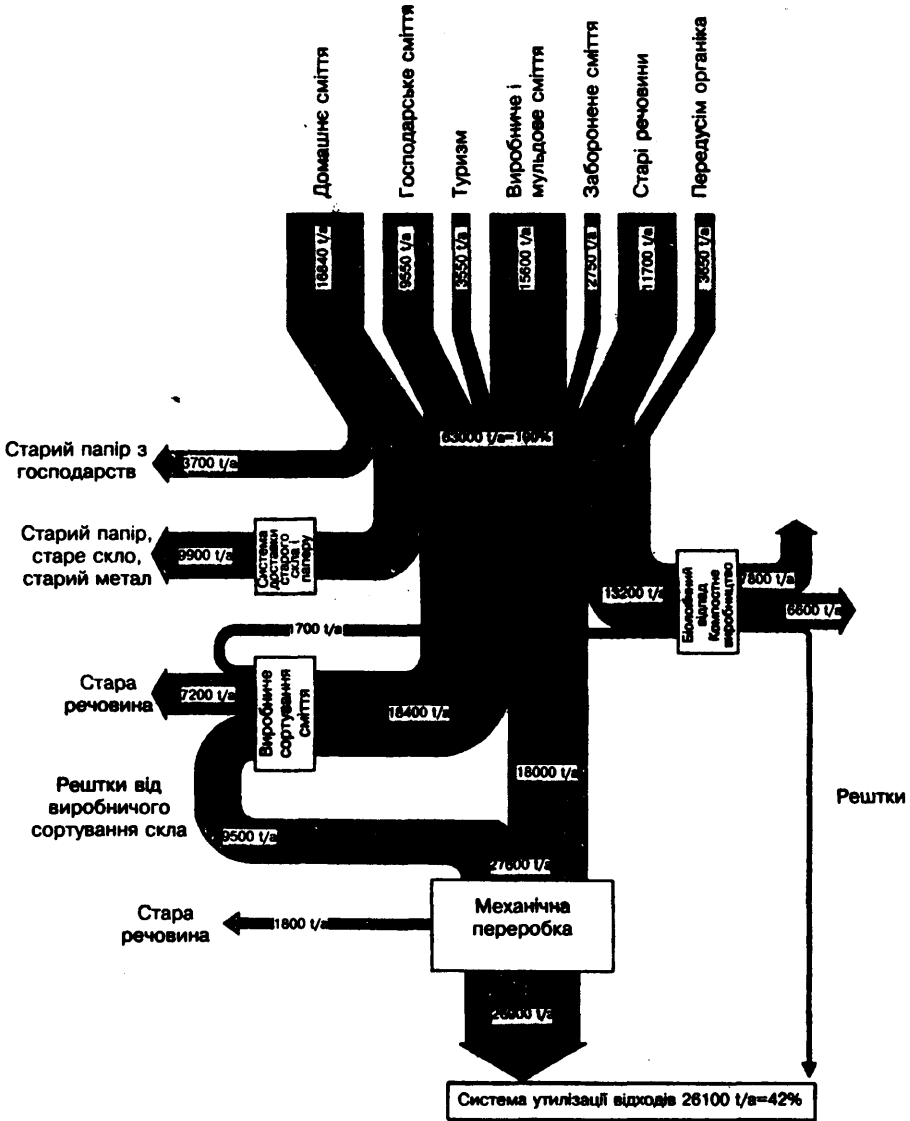


Рис. 5.10. Концепція обробки відходів округу Гарміш-Портенкірхен у ФРН (т/а тоннобіг в рік) (всі показники заокруглені; за Succor, Wittig, 1993).

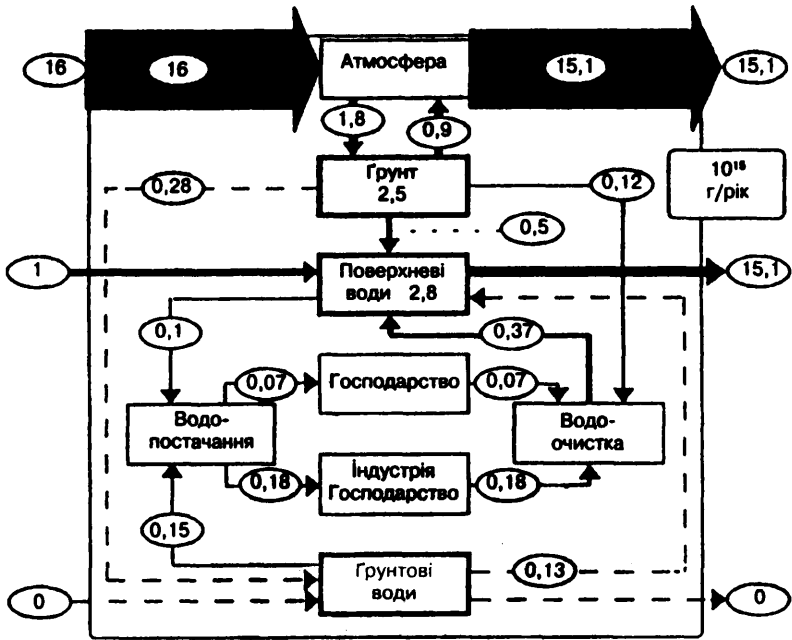


Рис. 5.11. Схематичне зображення водного балансу річки (млн т/рік) (за Succor, Wittig, 1993).

Поряд з цими типами балансу є ще баланси, що пов'язані з "процесами" і "продуктами" або групами "продуктів":

1. *Баланси, пов'язані з процесами.* Полягають у розрахунку кількості речовини й енергії, яка споживається і перетворюється в процесі виробництва.

2. *Баланси, пов'язані з речовиною або групою речовин.* Аналізуються шляхи вибору одного виду речовини (наприклад, свинцю) або цілої групи речовин (наприклад, важкі метали) у конкретних межах балансової території.

3. *Баланси, пов'язані з якимось одним або групою продуктів.* Такий баланс можна скласти стосовно обігу такого продукту, як скляні пляшки, або групи продуктів (паперові чи пластикові упаковки для напоїв).

Виділення для аналізу за балансовим принципом конкретної речовини дає можливість з'ясувати всі процеси перетворення речовини й енергії, пов'язані з виготовленням, переробкою і споживанням продукту аж до переробки речовинних залишок (рис. 5.10, 5.11).

5.8. ЗАБРУДНЮЮЧІ ЛАТЕРАЛІ І РАДІАЛІ ТА ЕКОЛОГО-КОМПЕНСАЦІЙНІ ЗАХОДИ

Латеральні (горизонтальні) і радіальні (вертикальні) природні геопотоки є носіями антропогенної речовини й енергії. На рис. 5.9 бачимо, як латераліями рухаються забруднені повітря, вода та видаляється з міста сміття. Ще потужнішими виглядають радіалі: нисхідні природні сонячні енергетичні потоки і опади, в тому числі і кислі дощі, дренавані забруднені води; висхідні — відбита від земної поверхні сонячна радіація і звичайне тепло, промислові випари.

Дослідження кількісних показників забруднення геопотоків та їх динаміки є одним із важливих завдань міських екологів, які мають складати екологічні баланси та здійснювати екологічний моніторинг природного довкілля.

Зупинимось на найхарактерніших типах забруднень.

Пилогазове забруднення. Під час спалювання вугілля в топках котелень і електростанцій у повітря разом з димовими радіаліями надходять зола, сажа, сірчистий і чадний газ. В невеликих котельнях житлових будинків, де вугілля згоряє на колосникових решітках шарами, умови згоряння є дуже нерівномірними: то забагато повітря, то його не вистачає. Для повного згоряння вугілля необхідно на кожний його кілограм не менше 15 кг повітря. Якщо це співвідношення зменшується, відбувається неповне згоряння продуктів і виділення їх з димом. Тому в містах з великою кількістю котелень і домових камінів повітря стає чорним від диму.

Сьогодні невеликі котельні з неповним спалюванням вугілля змінюють крупні ТЕЦ, у топках яких спалюється роздрібнене вугілля. Там вугільне паливо і повітря подаються в строго постійних кількостях, що забезпечує достатньо повне його згоряння. Ці процеси контролюють автоматичні прилади.

Як зазначено вище, одним із поширених і небезпечних хімічних забруднювачів міського повітря є *сірчистий газ*. Його виділення в атмосферу пов'язане з використанням неякісного палива, яке часто містить багато золи і сірки. Зола — це незгоряючі мінеральні домішки. Чим нижча якість вугілля, тим більше утворюється золи, яка і викидається в атмосферу. Сірка, що знаходиться в цьому паливі, повністю згоряє до сірчистого газу, який і піднімається радіаліями в атмосферу, сильно її забруднюючи. Тому в якості палива краще використовувати малосірчисту нафту і мазут, а ще краще — природний газ, до складу якого не входять ні зола, ні сірка.

Проте вирішення цих питань пов'язане з економічними і фінансовими можливостями міст.

Спалювання палива в котельнях, топках підприємств ТЕЦ веде до загального забруднення міського повітря і створює своєрідний фон. Це часто помітне забруднення атмосферного повітря доповнюють викиди промислових підприємств, якість і кількість яких залежать від *виду промисловості, потужності, технологічних процесів, культури виробництва та якості і стану експлуатації апаратів з очистки шкідливих речовин та їх викидів в атмосферу.*

Особливості викидів заводів найкраще можна охарактеризувати на прикладі *окремих галузей промисловості.* Як відомо, сировиною для підприємств хімічної промисловості служать нафта, природний газ і попутний газ, який утворюється, наприклад, у процесі коксування вугілля на металургійних підприємствах, а також різноманітні хімічні речовини і сполуки. В атмосферне повітря вони попадають через нещільність апаратури з вентиляційними викидами та через віконні отвори.

В процесі *одержання сірчаної кислоти* в повітря надходять сірчистий газ, аерозоль сірчаної кислоти, окиси азоту і пил. На *лакофарбових заводах* у повітря виділяються пари різних розчинників бензину, ксилолу, толуолу, ізопропанового спирту тощо. Виготовлення *штучних шкір і шкірозамінників* також пов'язане з використанням різних розчинників, пари яких містяться у викидах цих заводів.

Для *хімічних* заводів характерним є те, що їх викиди містять одночасно велику кількість різноманітних за своїми властивостями хімічних елементів, які, взаємодіючи між собою, можуть перетворюватися в інші сполуки — деколи ще шкідливіші для організмів, ніж вихідні.

Масовими джерелами викидів у атмосферу є підприємства *кольорової металургії*, які постачають у довкілля пил різноманітного складу. Наприклад, у опалювальних газах мідеплавильної промисловості містяться мідь, окис заліза, сполуки миш'яку, сурми, вісмуту, кадмію, селену, телуру, фосфору, ртуті, цинку, свинцю. Викиди пилу значно перевищують кількість готової продукції (на 1 т чорної міді викидається 2 т пилу).

Значний відсоток загального складу пилу припадає на *свинець.* Наприклад, у димових газах плавильних печей у процесі плавки коксу, який містить мідь, кількість свинцю сягає 10%, а у вихідних газах цинкової промисловості — навіть 25–50%. Підприємства кольорової металургії є також джерелом забруднення повітряного басейну сірчистим газом, який виділяється в процесі підготовки сировини.

Машинобудівні підприємства викидають в атмосферу різні речовини,

склад яких залежить від наявних цехів. Особливо забруднюють атмосферу ливарні, малярні, травильні цехи, викидаючи пил, окиси металів, різні вуглеводи, пари кислот і лугів. У цехах з виготовлення *чавуну*, де плавка проходить у печах-вагранках, виробництво супроводжується виділенням великої кількості пилу та чадного газу. Крім того, пил викидається з вентиляційним повітрям і з землеприготувальних, обрубних, очисних, вибивних та інших дільниць ливарного цеху, де відзначається велике пилевиділення. Для одержання 1 т чавунного литва переробляють 8–10 т сипких матеріалів — піску, сухої глини, вугільного пилу та ін.

Велика кількість викидів в атмосферу припадає на підприємства *будівельної індустрії* — заводи асфальтобетонні, заводи залізобетонних виробів і цегельні тощо. В процесі одержання асфальтної смоли щебінь і вапняковий камінь роздрібнюють, а потім сушать у спеціальних сушильних барабанах. Увесь цей процес супроводжується виділенням великої кількості пилу. Крім того, як правило, сипкі матеріали — пісок, щебінь та ін., — зберігаються відкрито на території заводу і в літню пору маса пилу підхоплюється вітром. Цегляні заводи і заводи залізобетонних виробів також в основному викидають у повітря цементний і кварцевмісний пил.

В останні роки серед забруднювачів атмосферного басейну на чільне місце виходить *автотранспорт*, у вихлопних газах якого міститься понад 60 різних хімічних речовин: окиси вуглецю, ароматичні вуглеводи, азот, водень, окиси азоту, альдегіди та ін.

Структура цих вуглеводів залежить від типу двигуна (бензиновий, дизельний чи газовий). Переважають на сьогодні автомобілі з бензиновими двигунами, при роботі яких у повітря викидається значна кількість окислів вуглецю та інших продуктів неповного згоряння. Водночас автомобілі із дизельними двигунами, живленням яких є низькосортне паливо типу мазуту, що спалюється при наявності достатньої кількості повітря, викидають у повітря головним чином окиси азоту, сажу та альдегіди з неприємним запахом.

Газобалони автомобілів, які використовують газ в якості палива, за складом вихлопів подібні до бензинових, але їх значно менше, ніж в останніх. Вихлопні гази старих, технічно несправних двигунів містять в 3–4 рази більше шкідливих речовин, ніж нових, добре відрегульованих двигунів.

Як бачимо з табл. 5.9, 5.10, частка викидів CO , C_nH_m , SO_2 та NO_x з відпрацьованими газами автомобільних двигунів становить понад 50 % загального забруднення атмосфери. Особливо слід звернути увагу на високий рівень викидів оксиду вуглецю. Наприклад, в Лос-Анжелесі в час пік

Викиди автомобілів з різними типами двигунів

Показники	Двигун Стрінга	Карбюраторний	Дизельний
Максимальний КПД	50	30	40
Викиди шкідливих речовин, г/км	CO	0,5-1	20-25
	C _x H _m	0,05-0,01	1,6-2
	NO _x	0,1-0,4	1,5-2
Питома вага, кг/кВт	7	2	3

Питома вага викидів в атмосферу (за Давіє, 1985)

Джерела забруднення	CO	C _x H _m	SO ₂	NO _x	Аерозолі
Двигуни внутрішнього згоряння	58	52	—	51	3
Електростанції	2	2	78	44	26
Промисловість	11	14	20	1	51
Лісові пожежі	19	—	—	1	9
Випаровування	—	27	—	—	—
Складування твердих відходів	6	4	1	2	5
Інші забруднення	4	1	1	1	6
Разом	100	100	100	100	100

на автострадах були зареєстровані концентрації CO, які сягали 150 мг⁻¹ (фонова 0,1 мг⁻¹).

Серед токсичних речовин особливо небезпечна сажа, показники викидів якої не показані в табл. 5.9. Відомо, що у відпрацьованих газах дизельних двигунів сажі міститься у 20 разів більше, ніж у вихлопних газах карбюраторних двигунів.

Кількість автотранспортних викидів залежить від чисельності і структури автомобільного парку міста, технічного стану автомобілів і шляхів, типу двигунів і видів палива.

Екологічні проблеми автотранспорту можна вирішити шляхом впровадження таких заходів:

вдосконалення робочого процесу традиційних двигунів внутрішнього згоряння;

використання системи нейтралізації відпрацьованих газів;

використання нових типів палива;

створення більш досконалих автомобільних енергоустановок нового типу.

Взагалі боротьбу за чистоту атмосферного басейну ведуть багатьма методами, які можна об'єднати у дві основні групи: пасивні і активні. *Пасивні методи* забезпечують відносну чистоту повітря в даній місце-



вості (в кварталі, житловому масиві чи на вулиці), не виключаючи при цьому викидів шкідливих речовин в цілому. Це, наприклад, проектні рішення щодо розташування джерел забруднення стосовно житлової забудови з урахуванням панівних напрямків вітру або ж влаштування санітарно-захисних зон чи встановлення високих ґруб.

До ефективних еколого-компенсаційних заходів в умовах великих міст і промислових центрів належить заліснення охоронних зон, яке виконує три основні функції: охоронну, соціальну і господарську. При цьому зелені смуги виконують фільтраційну роль, яка залежить від багатьох чинників:

1. Раціонального розташування зелених насаджень у ландшафті: між джерелом емісії й об'єктами, які охороняються; за можливістю найближче до населеного пункту; з урахуванням пересіченості місцевості.
2. Характеру і концентрації забруднень повітря: властивостей фізико-хімічних емісій; ступеня їх концентрації; тривалості в часі.
3. Будови захисних зелених насаджень з урахуванням: стійкості деревних порід до забруднення довкілля; структури (вертикальної і горизонтальної) лісових фітоценозів; характеру радіальних і латеральних потоків; "пороговості" – реакції рослинності на забруднення.

Активні методи взагалі виключають або доводять до мінімуму величину викидів в атмосферу шляхом попередньої очистки сировини від токсичних домішок, очистки виробничих викидів від пилу, аерозолів і шкідливих газів, переходу до безвідходних технологій тощо.

Радіоактивне забруднення, подібно до пилогазового, переноситься радіальними і латеральними повітряними потоками. Часом їх переносять водні латералі. Продукти радіоактивного розпаду надходять з атмосфери на землю з атмосферними опадами і в основному концентруються у верхньому шарі ґрунту завтовшки до 15 см.

Тваринні організми здатні поглинати із місцезростань радіоізотопи і вибірково концентрувати їх у внутрішніх органах. При цьому їх радіоактивність часто перевищує радіоактивність оточуючого середовища. Наприклад, радіоактивність планктонних організмів в 50 тис. разів більша, ніж води, в якій вони живуть, а концентрація радіоактивного фосфору у прісноводних риб у 20–30 разів, а у водоплавних птахів у 50 разів вища, ніж у водоймі.

Про колосальну енергетику радіальних і латеральних радіоактивних потоків свідчать наслідки вибуху на Чорнобильській АЕС: повністю була забруднена територія, площа якої дорівнює Бельгії та Нідерландів разом узятим. Водночас повітряні латералі переносили радіоактивні частинки на десятки і навіть сотні тисяч кілометрів. Доведена здатність лісових біогеоценозів поглинати радіонукліди.

Звукові латералі. Звукова енергія як фізичне явище у вигляді звукових хвиль переноситься в повітрі. Небажаний звук називають *шумом*. Експерти з акустики називають його *невидимим забрудненням*.

Звук поширюється хвилями з найбільшою висотою або найбільшою частотою, або маючи найбільш коротку довжину хвилі і низьку частоту звуку. Звук переноситься вітром. Рівень перенесення звуку залежить від щільності і вологості повітря, через яке він проходить.

Виділяють три елементи: звук—трансляція—приймач. Звичайно, в ролі приймача виступають людина чи тварина, але це може бути частина якогось механічного обладнання чи перегородка (металева, пластикова тощо).

Шум може надходити з різних джерел — лінійних чи точкових. Лінійні джерела — автомагістралі чи залізниці, точкові — ринки, центральні майдани, стадіони, дискотеки, аеропорти, залізничні вузли із сортувальними станціями, промислові підприємства тощо.

Наприклад, інтенсивність шуму при русі поїздів, роботі сортувальних станцій, компресорів та іншого обладнання підприємств залізничного транспорту сягає 90–100 дБА і понад, що значно перевищує допустимі рівні і негативно відбивається на здоров'ї людей. Лише на віддалі 300 м від залізниці рівень шуму наближається до фонового.

З метою нейтралізації латеральних шумових потоків здійснюють спеціальні містобудівельні заходи, які дають максимальний ефект при комплексному їх використанні, зокрема, віддаляють житлові будинки від про-

Таблиця 5.11

Шумозахисна властивість різних насаджень

Насадження	Зменшення рівня звуку за рахунок зелених насаджень в міру віддалення від магістралі, дБА				
	50	100	150	200	250
Листяні (акація, тополя)	4,2	6,1	8	9	10
Листяні чагарники	6	1,1	11,5	12,5	14
Хвойні:					
Ялина	7	11	12,5	14	15,5
Сосна	9	12,2	14,2	16	17,5

їжджкої частини; в якості шумозахисних екранів уздовж магістралі розташовують споруди торговельного і комунального призначення (склади, магазини, майстерні, невеликі безшумні підприємства), громадські будівлі. Вздовж автострад створюють інженерні шумозахисні стіни — екрани, насипи і спеціальні смуги зелених насаджень.

Зниження рівня шуму за допомогою рослин залежить від породи (табл. 5.11), конструкції, щільності посадок і крони, спектрального складу шуму, погодних умов тощо.



6

МІСЬКІ ЕКОТОПИ

6.1. МІСЬКІ ҐРУНТИ (МІСЬКІ ЕДАФОТОПИ)

6.1.1. Класифікація міських ґрунтів

У міському екотоні, який являє собою комбінацію екологічних факторів неживої природи (головним чином ґрунту та клімату) в межах певного однорідного місцезоложення (тона), важливу роль відіграє едафічний (ґрунтовий) фактор.

Ґрунт — це природне утворення, яке складається із генетично пов'язаних горизонтів, які формуються внаслідок перетворення поверхневих шарів літосфери під впливом води, повітря і живих організмів. Такому простому визначенню передувала грандіозна робота природознавців минулих століть. І лише 100 років тому В.В. Докучаєв розробив вчення про ґрунт як природне тіло, яке є функцією ряду факторів — ґрунтоутворюючої породи, часу, клімату і рельєфу, а також тварин, рослин і ґрунтових мікроорганізмів. До речі, вчений був першим, хто пов'язав процеси ґрунтоутворення з діяльністю ґрунтових мікроорганізмів.

Починаючи з В.В. Докучаєва та його талановитого учня В.І. Вернадського, ґрунт стали вважати складовою частиною ще складнішої природної системи — біогеоценозу і біосфери в цілому. Цей методологічний підхід покладений в основу вивчення урбанізованих ґрунтів — надзвичайно складного природно-історичного тіла, про яке ми ще так мало знаємо.

Міські ґрунти поділяють на дві основні групи: природні та штучні (насипні). Виходячи з аналізу ґрунтів різного рівня змінюваності, виділяють чотири категорії ґрунтів: 1) лісові природні; 2) паркові природні; 3)



природно-штучні скверів і бульварів, внутріквартальних посадок; 4) штучні вуличних посадок і площ.

6.1.2. Поглинальна здатність і рН міських ґрунтів

Однією з найважливіших властивостей ґрунтів є поглинальна здатність, яка внаслідок різноманітних урбогенних процесів зазнала серйозних змін. Як відомо, розрізняють п'ять видів поглинальної здатності ґрунтів: механічну, фізичну, фізико-хімічну (обмінну), хімічну і біологічну.

Механічна поглинальна здатність міських ґрунтів погіршується залежно від рівня їх антропогенізації. Погіршення відбувається за рахунок значних домішок у ґрунтах будівельного сміття, цегли, каміння, які погано затримують частки суспензій. Якщо в парках Львова їхня питома вага ледве сягає 1–5 %, то у скверах — 30–40%, а у вуличних посадках — 60–80 %. Висока дренажність цих ґрунтів негативно впливає також на рівень їх вологості.

Фізична поглинальна здатність — це властивість колоїдних часток поглинати із ґрунтових розчинів молекули речовин, які зменшують поверхневий натяг водної плівки. Такими є, зокрема, спирти, алкалоїди і фарби, яких особливо багато у ґрунтах четвертого ЕФП і які сприяють поглинальній адсорбції. Ці речовини завдяки явищу поглинальної адсорбції накопичуються у ґрунті в досить великих кількостях, негативно впливаючи на ґрунтоутворювальний процес.

Фізико-хімічна, або обмінна, поглинальна здатність полягає у тому, що колоїдні частки можуть утримувати і обмінювати іони з ґрунтовим розчином. Розміщення і кількість обмінних катіонів у ґрунтових профілях значною мірою залежать від близькості джерел забруднень — вулиць, доріг (табл. 6.1).

У всіх ґрунтових профілях, розміщених поблизу транспортних комунікацій, виявлено більшу кількість обмінних Ca^+ , K^+ , Na^+ , ніж у паркових масивах. Водночас присутність Mg^{2+} приблизно однакова.

Характерним є зменшення в гумусовому горизонті суми поглинутих основ у міру віддалення від четвертого ЕФП до першого або від штучних ґрунтів до природних. Наприклад, якщо поблизу вулиць з інтенсивним рухом (Підвальна, Дорошенка, Стефаніка) сума поглинутих основ становила 6,59–8,46 мг-екв/100 г ґрунту, то в парку ім. І. Франка, поблизу вул. Листопадового чину, цей показник (6,56) близький до показника вул. Стефаніка (6,59).

Аналіз питомої ваги обмінних катіонів (Ca, Na, K, Mg) в ґрунтах поблизу

і на віддалі від вул. Листопадового чину з її інтенсивним автомобільним рухом свідчить, що в ґрунтовому поглинаючому комплексі найповніше представлений Са, причому його кількість зменшується в ґрунтах, віддалених від вулиці. Стосовно ж магнію, калію і натрію, то їх концентрація порівняно однакова як у верхніх, так і у нижніх шарах ґрунтового профілю.

Таблиця 6.1

Питома кількість розчинних катіонів стосовно обмінних в ґрунтах зелених насаджень Львова, %

Точка	Об'єкт, глибина розрізу профілю, см	Ca	Mg	K	Na	
1	Вул. Листопадового чину (зелена смуга)	0-5	4,2	9,4	57,3	9,9
		5-10	5,2	13,3	29,0	7,6
		10-20	5,0	5,9	26,6	11,3
		70-80	4,4	3,5	37,5	13,6
2	Парк ім. І. Франка (20 м від вул. Листопадового чину)	0-5	3,0	4,9	68,2	11,4
		5-10	4,3	8,7	28,4	8,2
		10-20	3,6	5,0	28,8	4,0
		70-80	3,4	7,2	22,0	39,7
3	Парк ім. І. Франка (50 м від вул. Листопадового чину)	0-5	4,0	5,7	44,6	11,0
		5-10	4,3	7,7	31,0	14,0
		10-20	4,2	5,6	24,3	14,0
		70-80	3,7	5,2	25,0	12,0
4	Парк ім. І. Франка (100 м від вул. Листопадового чину)	0-5	3,8	9,8	21,1	11,7
		5-10	4,7	9,0	22,6	14,0
		10-20	5,0	6,2	12,4	13,5
		70-80	2,6	2,5	9,5	12,6

Міські ґрунти мають різний рівень гідролітичної кислотності. Найнижчий відзначений у ґрунтах насаджень, розміщених поблизу проїзної частини вулиць, причому з віддаленням від цих місць її питома вага зростає (сквер "На валах" — 0,24 мг-екв/100 г ґрунту, Винниківський лісопарк — 11,3).

Подібна закономірність відзначена і стосовно актуальної кислотності. Наприклад, рН практично у всіх ґрунтах насаджень, які прилягають до міських автомагістралей, перебуває в межах 7,0–8,0 і належить до сильно-лужної групи. Причина цього, на нашу думку, полягає в наявності у всіх міських ґрунтах значної кількості будівельного сміття з присутністю у ньому вапна, яке, крім того, попадає в ґрунт ще і в процесі будівництва

та видування зі стін штукатурки. Кислі ґрунти зустрічаємо тільки у парках з природними ґрунтами. Насипні ґрунти парків ім. І. Франка і “Високий замок” мають лужну реакцію.

Висока кислотність ґрунтів, як і їх алкалізація, впливають на загальну доступність поживних речовин (рис. 6.1), а отже, і на розвиток деревної рослинності. Порівнюючи дані кислотності ґрунтів у фітоценозах парку “Шевченківський гай” у Львові з інтервалами рН, які відповідають успішному росту деревних порід (Іванов, 1970), бачимо, що із 18 порід-едифікаторів цього парку, створеного на непридатних міських землях, тільки чотири (14%) висаджено в умовах оптимальної кислотності (табл. 6.2).

Т а б л и ц я 6.2

Кислотність ґрунтів у фітоценозах парку “Шевченківський гай” й інтервали рН ґрунту, які відповідають успішному росту порід

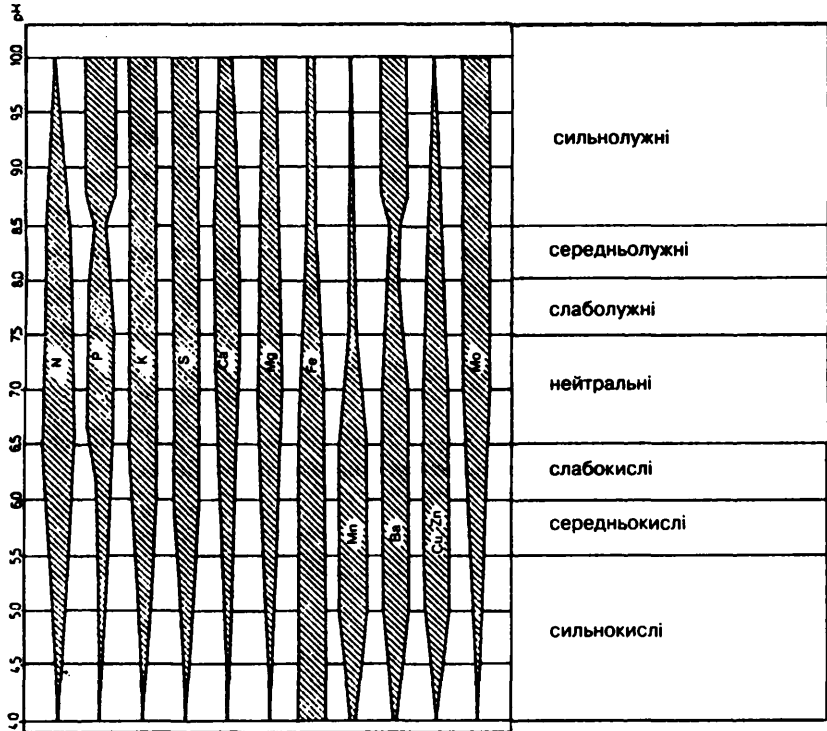
Едифікатори штучних фітоценозів	рН	Інтервали рН ґрунту, які відповідають успішному росту середньої породи (Іванов, 1970)
Сосна Веймутова	4,5	від 4,5 і вище
Сосна звичайна	4,3	від 5,0 і вище
Ялина звичайна	5,0	---
Береза бородавчаста	4,0	від 5,5 і вище
Клен гостролистий	4,9	---
Дуб північний	4,0	---
Дуб звичайний	4,7	від 5,5 і вище
Граб звичайний	5,2	---
Ясен звичайний	5,6	---
Ясен зелений	6,2	---
Бирючина звичайна	5,0	---
Липа дрібнолиста	4,9	---
Черемха звичайна	5,1	від 6,0 і вище
Горіх маньчжурський		---
Клен-явір	5,0	---
Бархат амурський	5,4	---
Гірकोкаштан	4,7	---
Горіх сірий	5,2	від 6,5 і вище

Якщо проаналізувати породний склад вуличних посадок і кислотність їх ґрунтів, то побачимо, що найпоширеніші в цих посадках породи (клен гостролистий і явір; ясен звичайний і зелений; липа дрібнолиста; гірकोкаштан) надають перевагу умовам кислотності з інтервалом рН від 5,5 і вище.

Водночас прийнятий А.Ф. Івановим оптимальний інтервал рН має, на нашу думку, дуже широкий спектр — від 4,5 і вище, тобто від кислих до сильнолужних, або ж від слабокислих (5,5) до сильнолужних і, мабуть, справедливий стосовно природних лісових ґрунтів. Як зазначає Л.О. Машинський (1973), лужна реакція (отже, сильнолужна) міських ґрунтів не сприяє нормальному розвитку кореневої системи деревних рослин.



УРБЕКОЛОГІЯ



При вмісті рН понад 6,0 залізо, що присутнє у ґрунтовому розчині, переходить в розчинну форму. Якщо не вжити спеціальних заходів (наприклад, гіпсування цих ґрунтів), то рослини будуть страждати від хлорозу. У зв'язку з недобором заліза сповільнюється процес фотосинтезу, а також зменшується поглинання CO_2 . Надлишок вапняку одночасно гальмує всмоктування рослинами води і збільшує транспірацію.

Як при дуже високих, так і при дуже низьких показниках рН зменшується поглинання кальцію рослинами. Все це негативно впливає на ріст і розвиток клітин, зумовлює їх передчасне старіння і відмирання.

Хімічна поглинальна здатність — здатність ґрунтів затримувати катіони й аніони у формі нерозчинних або важкорозчинних сполук. Як свідчать дані табл. 6.1, питома вага розчинних у воді катіонів стосовно обмінних у ґрунтових профілях парку ім. І. Франка (20 м від вул. Листопадового чину) трохи менша, ніж у зеленій смузі, що прилягає безпосередньо до проїзної частини, але водночас більша, ніж у глибині парку.

Якщо оцінювати в цілому хімічну поглинальну здатність, то можна відзначити, що природні ґрунти парку, які віддалені від вуличних забруд-



нювачів, краще утримують катіони і аніони солей у нерозчинному і важкорозчинному стані, причому на всіх досліджуваних рівнях ґрунтового профілю (в глибині парку 23,09; 18,85; 17,53; 11,48). У вуличній смузі цей показник у 2–2,5 рази вищий: 54,64; 41,2; 39,62; 39,50. Користуючись цими даними, можна простежити таку закономірність: у верхніх шарах ґрунту більше розчинних солей, ніж у нижніх.

Біологічна поглинальна здатність полягає в здатності ґрунту затримувати поверхнею своїх частинок колонії мікроорганізмів (так звана адгезія), які беруть безпосередню участь у кругообізі речовини у ґрунті. Забруднення міських ґрунтів хімічними агентами, а також їх ущільнення різко зменшує кількість колоній мікроорганізмів.

6.1.3. Органічні речовини міських ґрунтів

Органічною частиною ґрунту називають мертві залишки рослин (їх наземних і підземних частин), мікробів і тварин у різних стадіях розпаду і гуміфікації, а також гумусові кислоти і їх солі. Звертає на себе увагу порушення в міських умовах біологічного кругообігу речовин і ґрунтоутворення. Практично порушені всі процеси, які одночасно відбуваються в природних умовах: акумуляція первинної органічної речовини, розклад, мікробний синтез, гуміфікація і мінералізація.

Насамперед у міських умовах обмежена акумуляція первинної органічної речовини — надходження рослинних залишків на поверхню і в товщу ґрунту. У третьому і четвертому ЕФП, тобто у вуличних посадках і внутріквартальних садах і скверах, все, що попадає на поверхню ґрунту (гілки, гілочки, кора, листя, квіти і плоди), як правило, вилучається. Таким чином, у цих насадженнях поповнення органічної частини ґрунту відбувається тільки за рахунок підземних органів рослин — коренів, насамперед дрібних всмоктуючих. Останні відмирають і відновлюються досить часто: 2–3 рази на рік, але їх об'єм від загального об'єму кореневої маси становить усього 1–3% (Калінін, 1989).

Користуючись літературними джерелами (Погребняк, 1968), можна визначити щорічний недобір ґрунту на стадії акумуляції органічної речовини з розрахунку на одне дерево (табл. 6.3).

Л.О. Машинський (1973) наводить дані про те, що 20–100-річне насадження дає на 1 га до 3,2 т відпаду, який містить необхідні для розвитку рослин поживні речовини, кг:

азоту	— 24 (45,3%);	вапна	— 14 (26,4%);
попелу	— 4 (7,6%);	магнію	— 4 (7,6%);
калію	— 4 (7,6%);	фосфорної кислоти	— 3 (5,6%).

Маса відпаду і опаду у деревостанах

Назва	Вік, років	Кількість дерев на 1 га, шт.	Маса відпаду, т/га	Маса опаду, який припадає на 1 дерево, кг
Буковий ліс	30-60	1316	4,2	3,2
	60-90	792	4,1	5,2
	90	548	4,0	7,3
Сосновий ліс	20-50	2384	3,4	1,4
	50-75	739	3,5	4,4
	75-100	554	4,2	7,6
Липняк	40	1523	2,0	1,3
	74	637	3,5	5,5
Діброва	50	722	3,9	5,4
	95	311	3,7	11,9

Таким чином, можна підрахувати, скільки кожне дерево, яке зростає у вуличних посадках або скверах, недоодержить поживних речовин внаслідок відторгнення відпаду. Значною мірою обмежений процес акумуляції і в парках, де донедавна прибирали відпад. За даними Л.О. Машинського, збір підстилки і вивіз її з лісових насаджень протягом 20 років зменшив приріст деревини на 50%, при зборі підстилки один раз в 2 роки приріст деревини зменшиться на 40%, а при зборі один раз в 10 років — на 20%.

Несприятливі міські умови, насамперед забруднення ґрунтів, їх ущільнення і висушування, є головною причиною гальмування процесу розкладу, який відбувається головним чином під впливом ферментативної діяльності мікроорганізмів.

Результати досліджень стану мікробного світу міських ґрунтів різного рівня антропогенізації свідчать, що в сильнозмінених ґрунтах вуличних посадок кількість мікробних організмів значно менша, ніж у лісових: у Винниківському лісопарку — 36; в Стрийському парку — 20; на території автобусного заводу — 14 колоній. Можна припустити, що зменшення органічної маси мікробів зменшує й об'єм гуміфікації або гумусоутворення.

За участю мікробних організмів синтезуються зовсім нові, відмінні від вихідних, органічні — гумусові — кислоти та їх солі, які часто містять азот. Але в міських антропогенізованих ґрунтах ці процеси відбуваються не так, як у природних. Якщо в парку ім. І. Франка фульвокислот у верхніх горизонтах ґрунту більше, ніж гумінових, тобто маємо співвідношення, характерне для лісових ґрунтів, то у штучних ґрунтах вуличних посадок, навпаки, гумінові кислоти переважають (табл. 6.4).



Склад органічних речовин в ґрунтах зелених насаджень м. Львова

Назва об'єкта. Глибина розрізу профілю, см	Гуміни	Бігуміни	С, %			
			Перегнійні кислоти			Загальний
			Фуль- вові	Гумі- нові	Співвідно- шення гумі- нових і фуль- вокислот	
Парк ім. І. Франка						
0-20	49,3	4,8	25,2	18,3	0,5	2,63
20-30	40,3	3,7	34,3	17,5	0,5	1,76
30-40	40,2	4,5	36,9	18,2	0,5	1,52
40-70	37,6	3,6	22,5	27,3	1,2	0,83
70-80	32,3	2,9	24,3	22,5	1,0	2,11
Вул. Листопадового чину (зелена смуга)						
0-20	76,2	10,3	2,6	6,8	2,6	3,03
20-30	72,6	8,4	6,1	13,2	2,15	3,22
30-40	34,3	37,5	6,3	12,5	2,0	1,95
40-70	75,4	10,0	3,3	7,1	2,1	2,02
70-80	67,5	9,1	3,2	5,4	1,4	0,75
Вул. Дорюшенка (плиткове покриття, котлован)						
0-20	59,3	29,4	1,6	15,9	9,9	2,33
20-30	57,3	18,5	2,4	14,8	6,1	2,43
30-50	52,6	12,6	1,9	23,2	12,2	—
50-70	34,3	4,7	10,2	36,3	3,5	1,35

Як відомо, від вмісту гумінових і фульвокислот у ґрунтах залежить загальна активність гумусових кислот відносно мінеральної частини. При співвідношенні гумінових і фульвокислот до 0,2 гумусонакопичення майже відсутнє, руйнування мінеральної частини максимальне; при 0,2-0,5 гумусонакопичення слабке, а вплив гумусових кислот на мінеральну частину активний; при 0,5-0,7 спостерігається середня швидкість гумусонакопичення, а дія органічних кислот на мінеральну частину ґрунту слабка; при співвідношенні 1,0 відбувається інтенсивне гумусонакопичення, мінеральна частина залишається майже незмінною.

На швидкість розкладу і гумусоутворення впливає багато факторів: клімат, материнська порода, рельєф, видовий склад рослин. В умовах міста всі ці фактори гіпертрофовані; головним чином змінені водно-повітряний режим ґрунтів, механічний і хімічний склад, особливо насипних ґрунтів вулиць і скверів. Тому на їх тлі виділяються паркові ґрунти з оптимальним співвідношенням гумінових і фульвових кислот 0,5, в яких при гумусонакопиченні, що відбувається слабо, проявляється активний вплив органічних кислот на мінеральну частину ґрунту і залучення її до біологічного кругообігу.

У вуличних посадках спостерігається повсюдна перевага складу гумінових кислот над фульвокислотами, їх співвідношення значно більше 1,0: від 2,6 на вул. Листопадового чину (зелена смуга) до 9,9 на вул. Дорошенка.

Необхідно зазначити, що у натуральних ґрунтах співвідношення в органічній субстанції становить близько 14% гумінових кислот, 18% фульвокислот і 46% гумінів. У ґрунтах вуличних посадок низький рівень присутності гумінових і фульвокислот і значно більша, ніж в натуральних ґрунтах, кількість гумінів. *Наситні ґрунти вуличних посадок мають у своєму складі значну кількість органічних субстанцій, розчинних у бензині або спирті (бітумів)*. Це часто залишки асфальтового покриття, смоли, фарби. Крім того, багато битої цегли, залізобетону, тиньку, вапна.

У міських умовах гуміфікація ґрунтів може відбуватися у трьох основних напрямках. Перший пов'язаний з наявністю в ґрунті значної кількості CaCO_3 , що стимулює синтез гумінових кислот, які, реагуючи з катіонами вапна, утворюють вапнисті гуміни. Вони створюють в гумусі фракцію, стійку проти дії мікрофлори, внаслідок чого і відбувається накопичення гумусу (співвідношення гумінів до фульвокислот перевищує 1,0).

Другий процес гуміфікації може бути також загальмований у стадії фульвокислот значною кількістю катіонів важких металів, здатних обмежити процес синтезу гумінових кислот утворенням комплексу важкорозчинних сполук. Підвищення питомої ваги гумінових кислот в органічній субстанції є позитивним фактором, що покращує життєвість ґрунтів.

Процес гуміфікації порушує також забруднення ґрунтів бітумами. Наявність великої кількості смол є причиною агрегування мінеральних часток до розмірів вище середніх, що негативно впливає на збільшення дренажності, яке призводить до висушування ґрунтів і зниження життєдіяльності мікроорганізмів.

У сильно антропогенізованих ґрунтах міських вулиць і площ IV ЕФП значною мірою обмежений, а в окремих випадках призупинений процес мінералізації — перетворення органічних речовин у мінеральні солі, воду і вуглекислоту. Органічні кислоти цих ґрунтів практично не впливають на мінеральну частину, і вони нагадують ґрунти діжкової культури.

6.1.4. Переуцільнення ґрунтів

В теперішній час у зв'язку з рекреаційною дигресією широко вивчають стан ґрунтів у рекреаційних лісах. Л.О. Карпачевський (1981) у фундаментальній праці, присвяченій лісовим ґрунтам, узагальнює дослідження впливу рекреації на ґрунти і звертає увагу на еволюцію структури ґрунтового покриву. Набагато раніше, в 60-ті роки, цій проблемі при-

ділив особливу увагу Л.О. Машинський, досліджуючи стан ґрунтів міських зелених насаджень. На жаль, негативний досвід паркових дигресій не був взятий до уваги вченими-лісівниками, яким у 70-х роках довелося констатувати факт деградації ґрунтів на великих територіях рекреаційних лісів.

Вивчення рекреаційних дигресій дубових лісів Західного лісостепу (Шудря, 1985; Бондаренко, Кучерявий, Шудря, 1986) та бучин зеленої зони Львова (Кучерявий, 1973, 1981; Прикладівська, 1986; Шукель, 1990), сосняків Опілля і Розточчя (Жижин, 1979) дає змогу встановити особливості цих процесів у різних лісових біогеоценозах.

У дубових лісах деструктивні зміни ґрунтів проявляються в погіршенні їх загальних фізичних властивостей: об'ємна маса підвищується в межах 0,93–1,35 г/см.³, загальна порізність зменшується на 24,3%, збільшується твердість в 2,1 рази, руйнується макроструктура верхнього горизонту ґрунту. Внаслідок руйнування ґрунтової структури знижується водопроникність верхнього 20-сантиметрового шару з 3,35 мм/хв до 0,87 мм/хв, тобто в 3,8 рази. Знижена інфляція на ущільнених ділянках перешкоджає глибокому промочуванню ґрунту, сприяє ж формуванню поверхневого стоку. На глибині 30 см вологість ґрунту в умовах сильного рекреаційно-го навантаження становила приблизно 10% проти 17% в контролі.

У дубових лісах зелених зон Львова і Тернополя під впливом рекреаційного навантаження відбуваються глибокі зміни хімічного складу ґрунтів: зменшується вміст гумусу — від 4,04 до 2,49%, загального азоту — з 0,196 до 0,112%, фосфору — з 0,145 до 0,018. При цьому зменшується рівень гідролітичної кислотності, внаслідок чого в ущільнених ґрунтах спостерігається збільшення вмісту поглинутих основ і відповідно збільшення кількості поглинутих кальцію і магнію. На ущільнених ґрунтах знижується вміст рухомого калію і алюмінію, тоді як у кількості гідролізуючого азоту і рухомого фосфору не виявлено якихось суттєвих змін.

Деструктивні зміни ґрунтів букових рекреаційних лісів аналогічні дубовим: об'ємна маса зростає з 0,88 до 1,45 г/см.³, або на 65%, твердість з 7,8 до 25–37 кг/см.². За даними Т.Р. Прикладівської (1986), при коефіцієнті рекреації K_p від 0 до 60 % порозність і повна вологоємність верхнього шару знижується відповідно на 33,0 і 51,9%. Ущільнення ґрунту помітно впливає на його вологість, особливо у посушливі роки. Запаси вологи наприкінці вегетації на ділянках з K_p — 12,32 і 50% становили відповідно 164,0; 109,1 і 86,5 мм, тобто при зростанні K_p від 12 до 32% запаси вологи знизились на 33,5%, а при подальшому зростанні K_p до 50% запаси вологи зменшилися майже вдвоє.

У соснових лісах Розточчя, в яких рекреаційна діяльність почалась набагато раніше, ніж у букових і дубових, глибина всіх змін ґрунтів з піщаними гранулометричним складом сягає 40–45 см. Особливу увагу слід звернути на порушення макроструктури ґрунту з подальшим збільшенням амплітуди водного і температурного режимів.

Зі збільшенням рекреаційного навантаження значно змінюються показники товщини, запасу і фракційного складу лісової підстилки, знижується її зольність, зменшується її валовий хімічний склад, вміст азоту, фосфору, калію, кальцію, магнію, сповільнюється розклад целюлози і, зрештою, знижується продуктивність лісових ґрунтів. У міру віддалення рекреаційного впливу маса опадів соснових лісів зменшується внаслідок зменшення кількості дерев, маси і довжини хвої. Її запас падає в 2–5 разів, що пояснюється процесом мінералізації. Опід сосни, подібно до опадів бука і дуба, часто здувається в низини і далеко не повністю бере участь в процесі мінералізації. Водночас про позитивний вплив підстилки на зменшення ущільнення ґрунту свідчать дані табл. 6.5.

Таблиця 6.5.

Щільність ґрунтів насаджень зеленої зони м. Львова

Зелений об'єкт	Механічний склад	Опір з'являється на ділянках, кг/см ²							
		При наявності лісової підстилки		Без лісової підстилки		З дятловим покривом		Еколого-фітоценоз (ЕФП)	
		мін	макс	мін	макс	мін	макс		
Вулиця Стефаніка	легк. сугл.	—	—	6,5	74,7	—	—	IV	
Личаківський парк	"	7,3	24,2	11,2	45,3	14,9	38,4	II	
Вулиця Листопадового чину	"	—	—	8,2	68,3	21,3	38,2	IV	
Стрийський парк	"	6,2	24,1	8,4	43,6	13,4	38,2	II	
Парк Залізна Вода	"	5,4	25,2	10,7	49,3	15,2	39,6	II	
Парк ім. І. Франка	"	—	—	12,5	62,2	16,0	39,5	II	
Парк Високий Замок	"	6,0	21,4	8,9	40,4	14,4	30,5	II	
Шевченківський гай	"	6,9	23,1	12,5	48,1	19,1	41,3	I	
Парк Погулянка	"	5,3	16,7	7,0	51,0	14,9	42,4	II	
Сквер на вул. Дарвіна	"	—	—	16,2	62,1	8,5	33,6	II	
Кульпарківський масив	"	6,7	17,8	13,0	44,3	11,3	37,0	II	
Винниківський лісопарк	"	4,1	14,5	8,0	37,5	12,5	34,8	I	

У насадженнях з наявним шаром підстилки значно менші показники мінімальної, середньої і максимальної щільності ґрунту. В парку ім. І. Франка (м. Львів), де до 70-х років підстилку згрібали і вивозили за межі території, найвищий показник ущільнення ґрунту (на рівні скверу на вул. Дарвіна). Дані табл. 6.5 свідчать, що показники щільності ґрунту зростають від I до IV ЕФП: від лісової обстановки до умов зростання на міських вулицях і площах, що веде до зниження продуктивності і життєвості деревної рослинності.

З переходом від умовно непорушеної ділянки до ділянки із сильним рекреаційним навантаженням слабнуть середні поточні прирости деревних порід за діаметром. Тривалий рекреаційний вплив знижує, наприклад, бонітет насаджень дуба на 1,5 класу і поточний приріст за діаметром на 79,7%, при цьому запас насаджень зменшується в середньому на 39,0%, на 79,7% збільшується кількість відсталих у рості й ослаблених дерев. Залежно від ступеня рекреаційного порушення змінюється структура букового деревостану.

Ущільнення ґрунтів у букових біогеоценозах зеленої зони Львова супроводжується зміною фізичних властивостей ґрунту, структури надґрунтового покриття (рис. 6.2), а також зменшенням радіального приросту (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Зміна середньорічного радіального приросту деревостану
(за Т.Р.Прикладівською, 1986)

Пробні площі Кр, %	Середньорічний радіальний приріст за п'ять років (чисельник, мм, знаменник, % приросту до 1961–1965 рр.)			
	1961–1965	1966–1970	1971–1975	1976–1980
50	2,12/100	1,87/88,2	1,54/72,6	0,98/46,2
1–4	2,08/100	1,94/93,3	1,83/88,6	1,69/81,2

З метою вивчення рекреаційного навантаження досліджені два найбільш відвідувані рекреантами в зелених зонах Західного лісостепу типи лісу — свіжа і волога діброва, де основними асоціаціями є грабово-дубові з участю клена гостролистого, липи та інших порід (Кучерявий, Пешко, Шудря, 1987). Наведені дані (табл. 6.7) свідчать, що у вказаних типах дубових насаджень в останнє п'ятиріччя порівняно з попереднім посилюється усихання дуба відповідно на 29 і 43% при слабкому і на 41 і 59% при сильному рекреаційному навантаженні.

Особливо посилюється цей процес при сильному рекреаційному наван-

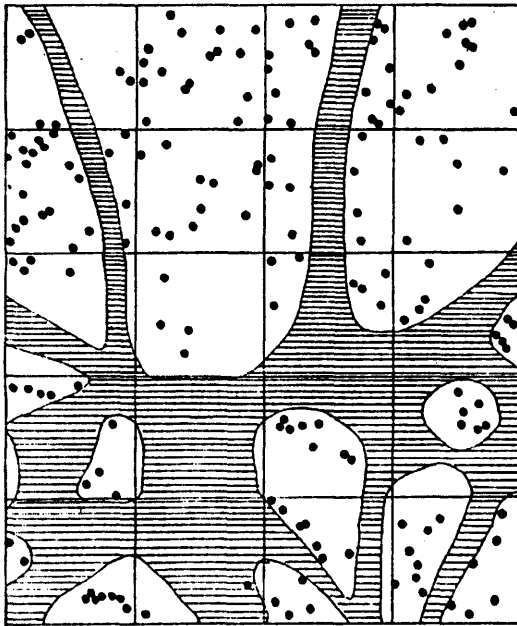
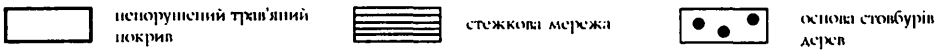


Рис. 6.2. Структура ґрунтового покриву сильно рекреаційнопорухеного 50-річного букняку.



таженні: в перші шість років в три рази, у наступні в 3,9 рази більше, ніж у насадженнях зі слабим рекреаційним пресом.

Наведені дані свідчать, що в періоди загального ослаблення екологічної стійкості дуба в насадженнях із сильним рекреаційним пресом відбувається найбільш інтенсивне всихання деревних порід. Аналогічний стан і в приміських бучинах, які ростуть в умовах сильної рекреаційної порушеності (рис. 6.2.)

На легких суглинистих ґрунтах, за нашими даними (Кучерявий, 1991), відзначені такі категорії ущільнення ґрунту залежно від рівня відвідування рекреантами (за Ковтуновим, 1968):

- I категорія (не більше 5 чол.): 6–5 кг/см² — ґрунт пухкий;
- II категорія (від 6 до 16 чол.): 15–20 кг/см² — ґрунт слабощільний;
- III категорія (від 16 до 20 чол.): 20–30 кг/см² — ґрунт середньощільний;
- IV категорія (від 21 до 25 чол.): 30–40 кг/см² — ґрунт сильнощільний;
- V категорія (понад 25 чол.): понад 40 кг/см² — ґрунт надзвичайно щільний.

Переущільнення ґрунтів повсюдно спостерігається у міських насадженнях II, III, IV ЕФП (табл. 6.5), що насамперед веде до зменшення шпа-

Санітарні рубки в дібровах зелених зон міст Західного лісостепу в період 1975—1984 рр.

Рік рубки	Рекреаційне навантаження	Пройдені санітарними рубками			
		ділянки лісу наощею			
		кількість	%	га	%
Свіжа діброва					
1975-1979	слабе	44	8,0	249	3,1
1980-1984	"-	56	10,1	319	3,9
1975-1979	сильне	121	22,0	883	11,0
1980-1984	"-	147	10,1	1250	15,6
Волога діброва					
1975-1979	слабе	57	10,3	343	4,2
1980-1984	"-	63	11,4	492	6,1
1975-1979	сильне	111	20,1	371	10,3
1980-1984	"-	136	24,7	1385	17,3

руватості і погіршення водного режиму (табл. 6.8). На витоптаних ділянках водопроникність верхнього шару в 3—4 рази нижча, ніж у природних непорушених ґрунтах. З цим пов'язане збільшення непродуктивних втрат вологи на поверхневий стік, фізичне випаровування, а також погіршення умов розвитку корневих систем.

На ущільнених ґрунтах, за даними Л.О. Машинського (1973), значно знижується дихання ґрунтів порівняно з неущільненими ґрунтами: на глибині 0-10 см в 1,2—2,9 рази і на глибині 10—20 см в 1,5—3 рази. Інтенсивність дихання ґрунту зменшується у зв'язку зі зменшенням вологості, що є наслідком його ущільнення.

Таблиця 6.8

Зміна відносної вологості ґрунтів залежно від їх ущільнення в насадженнях м. Львова

Об'єкт, глибина розрізу профілю, см	Середні показники вологості ґрунту в різних умовах, %				
	пуккий	слабоущільн.	середньоущільн.	сильноущільн.	надущільн.
Парк ім. І. Франка					
0-5	16,3	16,5	15,7	13,4	11,7
5-10	15,9	6,0	16,1	15,7	14,6
10-20	15,1	15,2	15,4	15,4	15,3
Вулиця Листопадового чину (зелена смуга)					
0-5	7,1	6,9	5,8	5,2	4,8
5-10	7,6	7,5	7,0	6,8	6,1
10-20	7,8	7,8	7,6	7,5	6,9



Інтенсивність виділення CO₂ залежно від відносної вологості повітря
(Машинський, 1973)

Зразки групи	Варіанти дослідів групи	Відносна вологість	К-сть CO ₂ в мг/100г	% до контролю
I зразок	Сухий ґрунт	7,1	0,5	100
	Середньо-зволожений	22,0	0,6	124
	Сильнозволожений	28,0	0,7	160
II зразок	Сухий ґрунт	5,2	0,17	100
	Середньо-зволожений	26,0	0,87	506
	Сильнозволожений	31,0	0,7	408
III зразок	Сухий ґрунт	4,8	0,1	100
	Середньо-зволожений	29,0	0,6	626
	Сильнозволожений	32,0	0,6	514

З табл. 6.9 бачимо, що збільшення вологості ґрунтів до певної межі підвищує інтенсивність виділення мікроорганізмами CO₂ (дихання ґрунту) в 5–6 разів з відповідним підвищенням його біологічної активності. Наслідком цього є посилення процесів нітрифікації, що спостерігаються при оптимальній вологості (близько 60% повної вологоємності даного ґрунту). При збільшенні вологості ґрунту, як і при її зменшенні, нітрифікація сповільнюється. Тому полив ґрунту, що використовується в літній час, у внутріміських насадженнях має бути нормованим, щоб забезпечити не лише поліпшення водного режиму ущільнених ґрунтів, але й підсилити їх біологічну активність, пом'якшити негативний вплив ущільненості.

Процес ущільнення і деградації ґрунтів рекреаційних лісів на даний час вивчений краще, ніж внутріміських насаджень. Здійснені дослідження впливу ущільнення ґрунтів на генеративні органи надземної і підземної частини дерев, які зростають у двох найбільш відвідуваних парках Львова — ім. І. Франка і Личаківський.

У парку ім. І. Франка за характером надґрунтового покриву виділено чотири категорії ділянок: з підліском, дерниною, квітниками і позбавлені надземної рослинності (табл. 6.10). Виявилось, що 60% паркових ґрунтів мають щільність 5–30 кг/см², при якій рослини розвиваються задовільно. Переважаюча площа цих ґрунтів знаходиться на ділянках з підліско-

вим ярусом із чубушника, жимолості татарської, ліщини, а також під газонами і квітниками.

Т а б л и ц я 6.10

Приріст гілок і кількість листків на пагонах поточного року залежно від ущільненості ґрунту (парк ім. І. Франка у Львові)

Вік, роки	Середній приріст пагонів за чотири роки (1968–1971), см		Кількість листків на пагонах (1971 р.), шт	
	на ґрунтах:			
	слабоущільнених (10–30 кг/см ²)	сильноущільнених (10–30 кг/см ²)	слабоущільнених (10–30 кг/см ²)	сильноущільнених (10–30 кг/см ²)
Клен гостролистий				
15-20	19	9	17	8
45-50	24	14	19	9
Ясен звичайний				
15-20	38	11	35	11
45-50	42	23	39	19
Липа дрібнолиста				
15-20	41	13	15	10
45-50	37	20	15	11
Дуб звичайний				
15-20	36	20	17	9
45-50	41	19	19	10
Клен-явір				
15-20	23	11	18	11
45-50	29	18	20	13
Каштан				
15-20	55	22	16	6
45-50	46	35	13	9

На ділянках, де опір зім'яттю перевищує 50 кг/см², трав'яний покрив, як правило, відсутній. Як відомо, ґрунт з таким ступенем ущільнення втрачає структуру і родючість. Ділянки з подібним переущільненням займають 6% паркової території, переважно поблизу дитячих майданчиків, колишнього ресторану і центральної альтанки, де відзначене велике навантаження на одиницю площі (за нашими підрахунками 250–300 чол. на 1 га). Мінімальний опір зім'яттю відзначений на квітниках (5–10 кг/см²), де ґрунт постійно розпушують.

Найстійкішими проти ущільнення стали дорослі дерева, які почувають себе задовільно навіть при щільності 40–60 кг/см², оскільки вони мають потужну кореневу систему, здатну отримувати поживні речовини і вологу з глибших шарів ґрунту, а також слабоущільнену пристовбурну зону в радіусі 25–40 см, в якій опір зім'яттю становить 20–30 кг/см².

При щільності ґрунтів 70 кг/см^2 та більше спостерігається всихання бічних гілок і вершин дерев, починається випадання дерев нижчих ступенів товщини.

Добрим показником оптимальних ґрунтових умов є природне відновлення. Підріст має здоровий вигляд лише при щільності $5\text{--}20 \text{ кг/см}^2$, яка характерна для природних лісових умов. При середніх рекреаційних навантаженнях підріст формується куртинами, а при високих — практично відсутній.

Високі рекреаційні навантаження негативно впливають на стан підліскового ярусу. При щільності $40\text{--}60 \text{ кг/см}^2$ парковий підлісок характеризується низьким рівнем життєвості, а при ущільненні понад 60 кг/см^2 спостерігається його відмирання.

Як бачимо з даних табл. 6.10, надмірне ущільнення ґрунту негативно впливає на приріст пагонів і кількість листків на пагонах поточного року всіх без винятку досліджуваних порід. Особливо реагують на переущільнення ґрунтів дерева в молодому віці ($15\text{--}20$ років), особливо ясен, який рідше, ніж інші, наведені в таблиці дерева, трапляється у вуличних посадках.

Найхарактернішою ознакою стійкості порід до переущільнення ґрунту є стан їх кореневої системи. Дослідження, результати яких наведені в (табл. 6.11, рис. 6.3), проводились у парку Личаківський м. Львова з породами-едифікаторами паркових фітоценозів.

Щодо сприятливих ґрунтових умов (щільність близько 20 кг/см^2), всі види, які зростають у парку Личаківський, мають досить високу оцінку заповнення коренезаселяючого шару дрібними сисними коренями (5 і 37 існуючих ступенів). Ущільнення ґрунту, яке сягає $30\text{--}50 \text{ кг/см}^2$, зменшує оцінку на один ступінь. Більш високий рівень ущільнення ($50\text{--}70 \text{ кг/см}^2$) веде до різкого зменшення дрібних коренів: $8,3\text{--}18,5$ екз. на 1 см^2 . Низьку оцінку насиченості при даній щільності ґрунту мають ялина, клен гостролистий і явір, ще нижчу — береза. Таким чином, ці породи найменш стійкі проти ущільнення ґрунту.

В зв'язку зі значним ущільненням верхнього шару ґрунту і слабким відновленням тут тонких коренів помітно збільшується їх кількість на великій глибині ($20\text{--}40 \text{ см}$), а іноді й глибше. Особливо активно на великій глибині розвивається система сисних коренів кінського каштана, сосни звичайної і чорної, явора, липи дрібнолистої, що дає змогу цим породам успішно протистояти несприятливим ґрунтовим умовам.

Якщо проаналізувати дані табл. 6.5, то можна дійти висновку, що щільність ґрунту в насадженнях I ЕФП — найнижча і в умовах наявності лісової підстилки коливається в межах $8,5 \text{ кг/см}^2$, у II ЕФП (міські пар-

Порівняльні дані про кількість і глибину залягання тонких сисних (до 2 мм) коренів 80-річних дерев-едифікаторів парку Личаківський на ґрунтах різного ступеня ущільненості (червень-липень 1971 р.)

Щільність ґрунту, кг/см ²	Середня кількість коренів на 1 см ² (за Хлуддорфером) на глибині		
	0-20 см	20-40 см	понад 40 см
Береза бородавчата			
10-20	45,2	19,8	6,9
30-50	29,1	26,4	10,2
50-70	4,9	31,3	12,7
Клен гостролистий			
10-20	37,4	27,6	11,5
30-50	26,8	31,3	13,0
50-70	9,0	26,4	15,6
Клен-явір			
10-20	40,5	24,3	10,3
30-50	22,7	37,1	14,5
50-70	18,4	32,2	19,1
Гіркокаштан			
10-20	23,8	34,1	27,2
30-50	34,5	39,1	23,4
50-70	16,7	41,5	17,8
Липа дрібнолиста			
10-20	38,8	20,1	8,2
30-50	37,2	24,3	9,5
50-70	18,5	13,2	7,6
Ялина звичайна			
10-20	53,1	27,1	6,5
30-50	40,2	29,4	7,1
50-70	8,3	31,5	9,8
Сосна звичайна			
10-20	39,4	38,3	16,1
30-50	30,2	44,3	14,5
50-70	9,0	34,2	10,0
Сосна чорна			
10-20	47,2	35,6	21,0
30-50	42,7	30,8	19,7
50-70	15,6	36,3	20,9

ки) — 9,3–13,0 кг/см², в III ЕФП (сквери) — 27,1 кг/см² і в IV ЕФП (вуличні посадки) — 29 кг/см², тобто ущільнення ґрунтів збільшується від периферії до центру міста.

В IV ЕФП, особливо в алейних вуличних посадках, ґрунти в основному



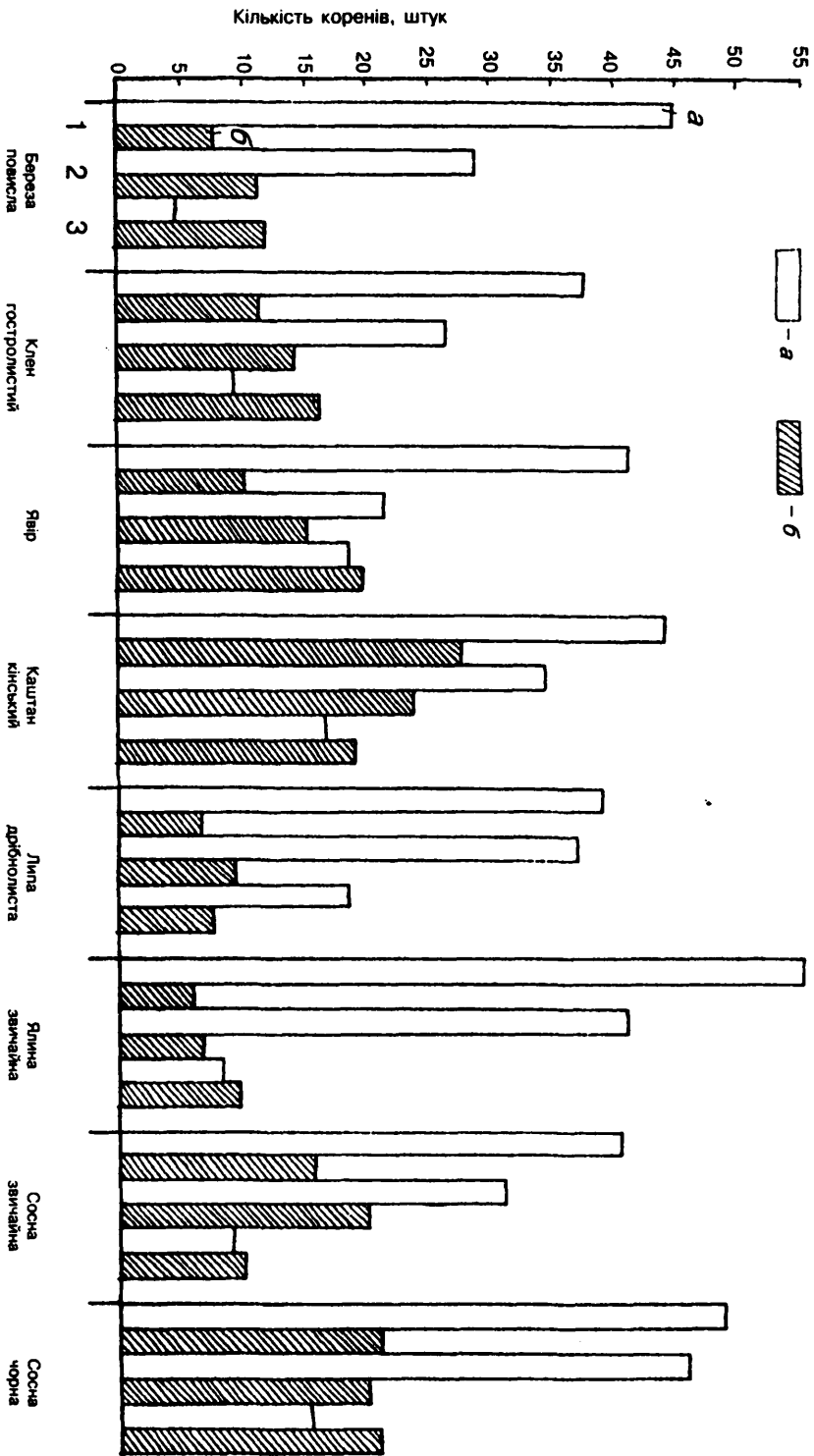


Рис. 6.3. Наявність сієних коренів (до 2 мм) залежно від щільності ґрунту і глибини заглиблення (Ам'яківський парк):
 1 — щільність ґрунту 10–20, 2 — 30–40, 3 — 50–70 кг/см²; а — корені на глибині до 20 см, б — глибше 20 см.



насипні і мають пиловату структуру, яка легко ущільнюється. Якщо брати до уваги жорсткі, складені часто з цегли, будівельного сміття, стінки котлованів, в які висаджуються дерева, то ґрунт у котловані набуває вигляду пресованої грудки. Зрозуміло, що волога погано надходить у такі ґрунти, тому вони відрізняються низькою відносною вологістю (табл. 6.12).

Т а б л и ц я 6.12

Щільність і відносна вологість ґрунту у вуличних посадках
м. Львова (на глибині 0–12 см)

Об'єкт дослідження	Спосіб посадки	Вид	Вік, роки	Об'єм ґрунтового простору, зайнятого кореннями, м ³	Щільність ґрунту, %	Відносна вологість ґрунту, %
вул. Личаківська	площадка	Кінський каштан	17	0,79	69,3	4,8
вул. Шевченка	"-	Клен гостролистий	15	0,73	68,9	5,1
вул. Дорошенка	"-	"-	15	0,54	69,7	4,5
пл. Галицька	"-	Липа дрібнолиста	15	0,74	64,6	5,5
вул. Стефаника	смуга 2,5 м	Клен гостролистий	15	12,36	24,9	22,5

Дно посадкових котлованів дерев, що досліджувалися, висаджених у площадки заощених або заасфальтованих вулиць, як правило, дуже щільне (залишки колишніх будівель або заощень). Це створює умови непроникного водного режиму і сприяє формуванню, за класифікацією М.І. Калініна (1989 р.), гребінчастого типу кореневої системи. Цей тип кореневої системи характеризується циліндричною формою ґрунтового простору, зайнятого кореннями. Його формування автор пояснює тим, що при недостатній вологозабезпеченості в умовах непроникного режиму, коли верхня облямівка капілярної вологи, яка утворюється за рахунок атмосферних опадів, не з'єднується з облямівкою капілярної вологи, розміщеної над поверхнею ґрунтових вод, кореневища деревних порід розміщуються тільки в межах зони з наявністю коренедоступної вологи, тобто у горизонтах ґрунту, які періодично змочуються атмосферними опадами або штучним поливом.

Важливим аспектом успішної інтродукції деревних рослин у вуличні посадки є відповідність біоморфологічних властивостей кореневих систем дерев потенційним можливостям реального ґрунтового покриву, який може бути засвоєний корінням. Адже при посадках головною вимогою є глибина і діаметр посадкового котловану, і ніде не передбачений коефі-

цієнт на обмежений простір поза коренезаповнюючим котлованом. Однією з основних вимог нормального розвитку деревних порід і їх продуктивності є врахування біоморфологічних, а точніше, генетичних особливостей кореневих систем тієї чи іншої породи.

Поверхнєве і бокове ущільнення ґрунтів у посадкових котлованах обмежує розвиток і формування просторової структури кореневих систем. М.І. Калінін (1989) розміри ґрунтового простору, в якому розташовується коренева система дерева, називає об'ємом живлення ($V_{\text{нас.}}$). Останній визначається величиною коренедоступного горизонту ґрунту і являє собою добуток площі насадження $S_{\text{нас.}}$ на глибину проникнення коренів $H_{\text{нас.}}$, тобто

$$V_{\text{нас.}} = S_{\text{нас.}} \times H_{\text{нас.}}$$

В умовах вуличних посадок для визначення об'єму живлення деревної рослини цю формулу можна було б записати так:

$$V_{\text{дер.}} = S_{\text{кр.}} \times H_{\text{кор.}}$$

де $V_{\text{дер.}}$ — об'єм живлення дерева;

$S_{\text{кр.}}$ — площа проєкції крони;

$H_{\text{кор.}}$ — глибина проникнення коренів.

Необхідно брати до уваги, що площа проєкції крон менша від площі проєкції коренів. У природних умовах, як свідчать дані М.І. Калініна (1989), відношення суми площ проєкцій кореневих систем до суми площ проєкцій крон для сосни звичайної і дуба звичайного коливається у межах 7,4 — 12. Нами прийнята площа проєкції крони як мінімальна для розвитку кореневої системи дерева. Це дає змогу показати, наскільки обмежений об'єм живлення коренів вуличних посадок. Наприклад, для клена гостролистого (15 років), який зростає у смузі на вул. Стефаника, з діаметром крони 2,5 м і глибиною залягання коренів 1,3 м він становитиме близько 12 м³. Для кленів, які зростають в умовах заощених або заасфальтованих тротуарів на вул. Шевченка і Дорошенка відповідно (при діаметрах крон близько 2 м і глибині залягання коренів 0,55–0,60), він має бути 3,39 м³ і 3,75 м³. Фактичний же об'єм ґрунтового простору або живлення коренів становить 0,73 м³ і 0,54 м³.

Не дивно, що у клена гостролистого (15 років) на вул. Шевченка були такі біометричні показники: $D_{\text{ств.}} = 5,3$ см; $H = 3,0$ м; а на вул. Дорошенка ще менші: $D_{\text{ств.}} = 4,9$ см; $H = 2,9$ м. По вул. Стефаника в смузі газону 2,5 м, де об'єм живлення понад 12 м³, у клена $D_{\text{ств.}} = 6,7$ см; $H = 4,9$ м. На вул. Дорошенка об'єм живлення коренів клена гостролистого був у 23 рази, а на вул. Шевченка — в 17 разів менший, ніж на вул. Стефаника. Як на-

слідок, на обох вулицях залишилися лише окремі екземпляри дерев, висаджених приблизно в один період. Решта дерев поступово загинула внаслідок обмеженості ґрунтового простору або об'єму живлення, що в умовах І ЕФП можна вважати одним з головних пошкоджуючих факторів.

Необхідно звернути увагу ще на один пошкоджуючий фактор — технічний підігрів ґрунтів підземними комунікаціями, насамперед лініями ТЕЦ, який веде до їх висушування. У зимово-весняний період перегрів ґрунтів провокує ранній розвиток деревних рослин, а це призводить до підмерзання генеративних органів.

Ущільнення ґрунтів зумовлює також поглиблення промерзання ґрунтів. Лісові ґрунти промерзають, за даними Л.О. Машинського, в 2–4 рази менше, ніж паркові, а у місті відсутні лісова підстилка, підлісок, а ґрунти переущільнені. Внаслідок збільшення глибини промерзання ущільнених ґрунтів зростає небезпека вимерзання рослин.

Однією з реакцій дерев на переущільнення ґрунтів і наступне за ним зниження життєвості рослин, аж до їх загибелі, є передчасне пожовтіння і опад листя.

6.1.5. Режим вологозабезпеченості міських ґрунтів

Специфічні гідрологічні умови міських територій (висока інтенсивність забудови, переущільнення ґрунтів тощо) та їх мікрокліматичні особливості зумовлюють різке погіршення режиму вологозабезпеченості ґрунтів, зміну ґрунтового і рослинного покриву у напрямку їх ксерофітизації (Кучерявий, 1991; Шаблій, Трохимчук, 1992; Скробала, 1996).

Основні біологічні процеси у переважній частині ґрунтового покриву України відбуваються у шарі 0–150 см. Згідно з визначенням Г. М. Висоцького (1964), — це є горизонт активного вологообміну між ґрунтом, рослинами і атмосферою. Його потужність визначається глибиною максимального весняного промочування ґрунту. Горизонт помірного вологообміну відповідає ґрунтоутворюючій породі, ступінь зволоження якої ніколи не досягає величини найменшої вологоємності (максимального вмісту води у ґрунті після стікання гравітаційної води).

Відомо, що *основним фактором, який визначає воднофізичні властивості і водний режим ґрунтів, є їх генстикоморфологічні особливості: потужність окремих специфічних шарів (горизонтів), механічний склад, структура, щільність, включення тощо.* У зв'язку з великою відмінністю водних констант, в першу чергу найменшої вологоємності (НВ), максимальної гігроскопічності та діапазону активної води у міських ґрунтах різного механічного складу, водний режим набу-

ває специфічних особливостей. Вологонакопичення у ґрунтах лісопаркових і паркових насаджень відбувається інтенсивніше і в більших кількостях, ніж в умовах вуличних посадок. Цьому сприяють поліпшена структура ґрунту, наявність чітко вираженого ілювіального горизонту, особливості режиму накопичення і танення снігу. Враховуючи значну залежність водного режиму ґрунтів від їх механічного складу, порівняльна характеристика вологозабезпеченості ґрунту в різних елементах системи зелених насаджень м. Львова здійснювалася на підставі розрахунків показника відносних продуктивних запасів вологи (Скородумов, 1964; Константинов, Субботин, 1979):

$$W_{\text{пр}} = (B - BB) / (HB - BB) \times 100,$$

де $W_{\text{пр}}$ — відносні продуктивні запаси вологи, %; HB — найменша вологоємність, мм; BB — вологість в'янення, мм; B — фактичні запаси вологи, мм.

Як свідчать результати досліджень (Скробала, 1996), режим вологозабезпеченості ґрунту міських насаджень значною мірою залежить від комплексу метеорологічних факторів. У зв'язку із різними погодними умовами вологозапаси ґрунту сильно коливаються за роками (табл. 6.13). Нерідко бувають роки (1991, 1993), коли запас вологи до осені не тільки не зменшується, а навіть трохи збільшується, однак найчастіше ці зміни перебува-

Таблиця 6.13

Вологозабезпеченість ґрунту насаджень м. Львова протягом вегетаційного періоду

Місяць	Запаси вологи в 0-150 см шарі ґрунту, мм				
	Лісопаркові насадження	Паркові насадження	Внутрішньо кварталні сквери	Вуличні посадки в смугах, вуличні сквери	Вуличні насадження в луках
1992 р.					
IV	539	493	475	370	375
V	525	461	451	328	324
VI	513	421	431	305	274
VII	455	374	399	274	224
VIII	363	319	355	236	173
IX	362	323	363	255	188
X	444	386	418	320	267
1993 р.					
IV	531	491	472	366	372
V	465	445	425	296	305
VI	401	390	381	246	239
VII	420	367	384	257	216
VIII	476	377	415	301	236
IX	483	391	429	324	262
X	472	402	432	334	283

ють у межах похибок визначення. Достойне збільшення запасів вологи у ґрунті спостерігалось у 1993 році, коли приливом двох останніх літніх місяців понад норму випало близько 80 мм опадів, а середньомісячна температура була нижчою від значення багаторічного показника на 1,2–1,8 °С.

Закінчення танення снігів ранньою весною є моментом найглибшого промочування ґрунту і найбільшого запасу вологи, який тільки можливий протягом усього року. Низькі температури холодного періоду року сприяють нагромадженню вологи та її збереженню від фізичного і фізіологічного випаровування. Навесні відмінність у зволоженні ґрунту у насадженнях з різною просторовою структурою є незначною. Особливості режимів накопичення і танення снігу зумовлюють дещо більші запаси продуктивної вологи у лісопаркових і паркових насадженнях середньої зімкнутості (92–96%), тоді як у вуличних насадженнях цей показник становить 82–87%. Часті відлиги взимку та випадання опадів у вигляді дощів низької інтенсивності сприяють рівномірному накопиченню вологи у всіх елементах системи зелених насаджень міста.

Значні втрати вологи у вуличних насадженнях зумовлені насамперед чинниками антропогенного впливу: прибирання вулиць і тротуарів, ущільнення снігового покриву пішоходами, мікрокліматичні особливості інтенсивно забудованих ділянок. З метою надання привабливого естетичного вигляду вулицям у центральних районах міста сніг вивозять машинами, скидають у каналізаційні колектори. На периферійних ділянках міста у вуличних посадках за рахунок розчищення тротуарів часто накопичується велика кількість снігу. Однак з настанням тепла для прискорення танення потужного снігового покриву його розкидають вздовж проїзної частини дороги. Така різноманітність факторів антропогенного впливу зумовлює велику відмінність ступеня зволоженості ґрунту вуличних насаджень на початку вегетаційного періоду.

Вертикальна структура насаджень є важливим фактором у формуванні особливостей водного режиму ґрунту (табл. 6.14). Відмінність у зволоженні ґрунту в угрупованнях з різною складністю вертикальної структури починає встановлюватися вже з моменту збільшення витрат вологи, після чого вона поступово наростає. З одного боку, зімкнутий намет лісу затримує до 95% світла і більшу частину радіаційного тепла, зумовлюючи утворення особливого лісового фітоклімату, який значно відрізняється від клімату відкритої місцевості. Затримання теплових променів кронами перешкоджає нагріванню ґрунту і приземного шару повітря. Зменшення сонячної радіації і сили вітру під наметом лісопаркових і паркових насаджень, відсутність поверхневого стоку, наявність лісової підстилки, яка прикри-

Вологість повітря у насадженнях Львова із різною складністю вертикальної структури (09.08.91 р.)

Об'єкт	Складність вертикальної структури намету, H	Вологість повітря, % в проміжку часу			
		13	14	15	16
Лісопарк Погулянка	0,758	70	75	70	71
Сквер, вул. Стрийська-Наукова	0,450	65	56	53	55
Сквер, аеропорт	0,368	53	57	56	52
Сквер, вул. Володимира Великого	0,169	53	52	47	50
Рядова посадка, вул. Сихівська	0,045	52	52	48	48

ває ґрунт і ізолює його значною мірою від приземного шару повітря, сприяють зменшенню непродуктивних витрат вологи з ґрунту й оптимальному режиму її споживання деревостаном. З іншого боку, лісопаркові і паркові насадження затримують певну кількість опадів, яка не досягає ґрунту, а випаровується із крон в атмосферу (близько 21–22%). Однак ця кількість вологи не може бути визнана повністю некорисною, оскільки вона зменшує температуру верхнього шару ґрунту і температуру самих рослин, внаслідок чого зберігається волога в ґрунті. Частина опадів, затримана лісовою підстилкою і трав'яною рослинністю, випаровуючись у безпосередній близькості з ґрунтом, зволожує приземний шар повітря і сприяє зменшенню втрат вологи на випаровування з поверхні ґрунту.

У зімкнутих лісопаркових і паркових насадженнях верхній (0–20 см) горизонт значно вологіший порівняно з ґрунтами вуличних насаджень. Завдяки цьому більшість лісових порід характеризуються максимальним розповсюдженням дрібних коренів у верхньому шарі ґрунту, чим вони відрізняються від плодкових і декоративних порід дерев в умовах відкритого простору (Рахтеєнко, 1952, 1963; Калинин, 1983, 1989). Лісова підстилка, захищаючи ґрунт від температурних перепадів і швидкого висихання, одночасно є джерелом поживних речовин, які утворюються в процесі її мінералізації. Велику роль відіграє і та обставина, що верхній шар лісового ґрунту має найкращі фізичні властивості і достатні запаси вологи, які постійно поповнюються в процесі випадання опадів.

Режим вологості ґрунту у вуличних насадженнях відзначається помітною контрастністю. Якщо у лісопаркових насадженнях максимальна амплітуда вологості ґрунту спостерігається тільки у 0–70 см шарі ґрунту, то в умо-

вах вуличних насаджень у постачанні рослин вологою беруть участь і глибші горизонти — до 120 см. На відкритій поверхні ґрунту в умовах міських скверів і вуличних посадок відбуваються найбільші нагрівання і тепловіддача, внаслідок чого верхній горизонт інколи пересихає до повітряно сухого стану. Наприклад, у рядовій посадці ясеня звичайного (вул. Сахарова) під час серпневої посухи 1992 р. поверхневі шари ґрунту до глибини 40 см характеризувалися надзвичайно низькими показниками відносної вологості (3,9–5,5%), які практично становили величину вологості в'янення рослин. Значний нагрів поверхні може до деякої міри стимулювати плівкову міграцію води із нижніх у верхні горизонти (Скородумов, 1964), що негативно позначається на режимі вологозабезпеченості ґрунту.

Достовірна оцінка запасів води у ґрунті залишається актуальною проблемою експериментальних гідрологічних досліджень. У зв'язку з цим розрахунок вологозапасів за іншими показниками набуває важливого практичного значення, особливо якщо брати до уваги трудомісткість робіт, пов'язаних із безпосереднім вивченням вологості ґрунту. Як свідчать дослідження (Скробала, 1996), ступінь вологозабезпеченості ґрунту міських насаджень за період, що становить 1–3 декади, слабо залежить від кількості опадів, що випала протягом цього часу. Це наслідок високої евапотранспіраційної здатності міських насаджень, яка протягом вегетаційного періоду переважає над процесом нагромадження води. Відсутність опадів при низьких запасах продуктивної води створює умови різкої невідповідності між фактичною та потенційною інтенсивностями втрат води, яка зумовлює повільні зміни вологозапасів ґрунту.

Режим вологозабезпеченості ґрунту міських насаджень достовірно залежить від температури повітря, причому тіснота кореляційного зв'язку значною мірою від складності фітоценотичної структури. В умовах лісопаркових насаджень із їх чітко вираженим фітокліматом залежність між вказаними показниками є найслабшою. У вуличних посадках кореляція між вологозабезпеченістю ґрунту та температурою повітря наближається до прямолінійної залежності.

Протягом вегетаційного періоду, який характеризується середнім ходом температури та рівномірним випаданням опадів, вологозабезпеченість ґрунту лісопаркових насаджень характеризується оптимальними параметрами (табл. 6.15). При нижній межі оптимуму вологозабезпеченості 51–55% продуктивних запасів води (суглинки) фактичні запаси наприкінці вегетаційного періоду становлять 62–70%. Подібною оцінкою динаміки вологозапасів відзначаються ґрунти паркових насаджень і внутрішньоквартальних скверів умови наявності лісової підстилки, непо-

Динаміка вологозабезпеченості ґрунту насаджень Львова

Початок місяця	Продуктивні запаси вологи в 1,5 м шарі ґрунту, %				
	лісопаркові насадження	паркові насадження	внутрішньоквартальні сквери	вуличні посадки в смугах, вуличні сквери	вуличні посадки в лунках
IV	96,9	92,1	93,2	84,5	83,9
V	89,5	84,6	85,0	68,0	69,6
VI	78,1	72,3	75,4	55,2	52,7
VII	73,3	61,4	70,5	50,5	39,9
VIII	71,8	55,3	69,9	52,1	34,7
IX	69,0	54,6	70,9	55,9	36,9
X	64,0	55,6	71,0	58,2	40,8
XI	67,5	62,6	75,3	64,4	51,0

рушеного трав'яного покриву та зімкнутості деревного намету не менше 0,5. Вологозабезпеченість ґрунту вуличних насаджень в середньому є оптимальною тільки протягом перших двох-трьох місяців вегетаційного періоду (квітень-червень).

Як свідчать результати досліджень, вплив просторової структури насаджень на режим вологозабезпеченості ґрунту є складним і багатограним. Чим складніша вертикальна структура фітоценозів, тим більші запаси продуктивної вологи на початку вегетаційного періоду. Режим вологозабезпеченості ґрунту в умовах лісопаркових насаджень відзначається тривалою перевагою витрат води над її надходженням у вигляді опадів. У середньому багаторічному розрізі достовірно збільшення продуктивних запасів вологи у насадженнях комплексної зеленої зони Львова таке: лісопаркових насаджень — з листопада, паркових ценозів і внутрішньоквартальних скверів — з жовтня, вуличних посадок — з вересня. Відзначені особливості режиму вологозабезпеченості ґрунту пояснюються зменшенням тривалості вегетаційного періоду у насадженнях IV ЕФП, що підтверджують результати фенологічних спостережень та аналіз літературних джерел (Машинский, 1973; Горышина, 1990; Кучерявый, 1991). У насадженнях IV еколого-фітоценотичного поясу із-за ксерофілізації середовища скорочується період вегетації, а листопад розпочинається на 15–20 днів раніше, ніж у парках і лісопарках. Зменшення зімкнутості деревно-чагарникового намету до 0,5 (внутрішньоквартальні сквери) зі збереженням трав'яного покриву і лісової підстилки зумовлює менші втрати вологи на транспірацію і, як наслідок, дещо більші продуктивні вологозапаси наприкінці вегетаційного періоду. Подальше спрощення просторової структури насаджень (вуличні посадки) сприяє різкому погіршенню режиму вологозабезпеченості ґрунту.

На основі встановлених залежностей вологозабезпеченості ґрунту від метеорологічних факторів можна зробити висновок, що насадження з різною складністю просторової структури характеризуються неоднаковою ефективністю впливу на гідрологічний режим. Лісопаркові і паркові насадження порівняно з вуличними посадками, з одного боку, сприяють кращому накопиченню вологи, з іншого — більшому її випаровуванню. Сама собою потужність масивного насадження свідчить про велику вимогливість до забезпеченості вологою. Результати модельних розрахунків свідчать, що при середньодобовій температурі повітря $t=+20$ °C і відсутності опадів відносні продуктивні запаси вологи ґрунту у лісопаркових насадженнях зменшуються в середньому на 10% за декаду. Таке зменшення вологозапасів ґрунту у паркових насадженнях і внутріквартальних скверах прогнозується за інтервал часу у два тижні. Вуличні сквери та насадження в смугах і лунках при згаданих вище умовах ($t=+20$ °C, відсутність опадів) витрачають запаси продуктивної вологи приблизно з такою ж інтенсивністю, як паркові насадження. Це є наслідком значних непродуктивних витрат води на фізичне випаровування та транспірацію ксерофітною трав'яною рослинністю в умовах посушливого мікроклімату урбанізованих територій.

Оцінюючи вологозабезпеченість ґрунту в умовах насаджень різної складності просторової структури, потрібно брати до уваги залежність гідрологічного режиму території від багатьох чинників. Рельєф як екологічний фактор сприяє перерозподілу в просторі тепла, вологи і мінерального багатства ґрунту (Погребняк, 1968), зумовлюючи відмінності світлового і теплового режимів південних і північних схилів, гідрологічний режим верхніх і нижніх частин схилів. Вологозабезпеченість ґрунту вуличних насаджень залежить і від взаєморозташування дерев у культурі, зокрема, меридіональної або широтної орієнтації їх рядів (вулиць), яке значно змінює світлові умови і навіть в окремих випадках визначає долю насадження. При високій інтенсивності забудови широтна орієнтація рядів може мати позитивне значення для кращого взаємного захисту дерев від надмірної радіації та перегріву, продуктивнішого використання ґрунтової вологи (Кучерявий, 1991).

Велике екологічне значення має загальний характер ґрунтового клімату. Піщані ґрунти через їх сухість і малу теплопровідність акумулюють тепло у верхніх горизонтах і сприяють збільшенню фізичного випаровування. Невологоємні ґрунти (піски, щебнюваті субстрати, ґрунти зі значною домішкою будівельного сміття) характеризуються високою дренажністю, внаслідок чого велика кількість вологи просочується поза межі корененасиченого шару. Ґрунтова посуха на таких ґрунтах настає багаторазово



після кожного, навіть нетривалого бездошового періоду, що сприяє зменшенню вітальності деревної і чагарникової рослинності (Машинский, 1973; Жеребцова, 1976; Кучерявый, 1991).

Результати досліджень дають можливість зробити такі висновки: а) просторова структура насаджень є важливим фактором у формуванні особливостей гідрологічного режиму; б) часті відлиги і значна кількість зимових опадів зумовляють на початку вегетаційного періоду порівняно високі запаси продуктивної вологи у ґрунті насаджень комплексних земельних зон; в) режим вологозабезпеченості ґрунту в умовах лісопаркових і паркових насаджень відзначається оптимальними параметрами; у середньому багаторічному розрізі продуктивні запаси вологи протягом усього вегетаційного періоду є вищими від нижньої межі оптимуму вологозабезпеченості; г) режим вологості ґрунту у вуличних насадженнях відзначається помітною контрастністю; задовільний ріст деревно-чагарникової рослинності в умовах ІV ЕФП у більшості випадків пояснюється достатніми запасами продуктивної вологи на початку вегетаційного періоду та зменшенням тривалості останнього.

6.1.6. Особливості ерозійних процесів у місті

Проблема надійної охорони ґрунтів від ерозії значною мірою зумовлена труднощами точного визначення її інтенсивності в конкретній точці простору і часу. У зв'язку із недостатньою вивченістю природи ерозійних процесів для прогнозування їх інтенсивності широко використовуються емпіричні залежності. У країнах колишнього СРСР найпоширенішою є гідромеханічна модель Ц.Е. Мирцхулави (1970), яка дає змогу достатньо обчислювати ерозійні втрати ґрунту з чистого пару. Визначивши ймовірний змив ґрунту з чистого пару, можна передбачити його величину з конкретного агрофону, для чого необхідно знати коефіцієнт протиерозійної ефективності цього агрофону.

До найпростіших емпіричних формул, отриманих внаслідок статистичної обробки матеріалів спостережень на стокових площах в США, належить рівняння ґрунтової ерозії В.Х. Вишмайера і Д.Д. Сміта. Це рівняння має вигляд:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P,$$

де A — втрати ґрунту, т/(га·рік); R — фактор ерозійної здатності дощів; K — фактор ерозійної піддатливості ґрунтів; L — фактор довжини схилу; S — фактор крутизни схилу; C — фактор рослинності; P — фактор ефективності протиерозійних заходів.



На основі цього рівняння Проблемною лабораторією ерозії ґрунтів і руслових процесів в 1975 р. вперше в країнах колишнього СРСР була оцінена потенційна небезпека ерозії на території Молдови (Заславський, 1983). Дослідження в зарубіжних країнах (McIsaas, Mitchell, Hirschi, 1987) демонструють високу ефективність використання цього рівняння для прогнозування інтенсивності ерозійних процесів в умовах урбанізованих територій, зокрема, для порушених земель (гірськопромислові, рекультивовані, будівельні майданчики тощо). Застосування універсального рівняння розмиву ґрунтів потребує великого досвіду, однак з ним пов'язують певні надії при вивченні міських систем на пізнання всіх діючих факторів.

Ерозійна здатність дощів в умовах міста. Інтенсивність ерозії великою мірою залежить від кількості опадів і характеру їх випадання. Чим більше опадів, тим ймовірнішим є прояв ерозії. Нерівномірне випадання опадів у вигляді злив і дощів також сприяє появі ерозії. Від характеру опадів залежить і період, коли змив ґрунту є найінтенсивнішим (табл. 6.16).

Фактор опадів, виражений в одиницях ерозійного індексу, являє собою показник, який враховує кінетичну енергію дощових опадів за певний період максимальної інтенсивності їх випадання. Величину фактору ерозійної здатності дощів в умовах міста можна визначити на підставі матеріалів метеостанції за формулою Станеску (ГОСТ 17.4.03-86):

$$R = \sum_{i=1}^n I_{15,i} Q_i,$$

де Q_i — кількість окремих опадів, мм; $I_{15,i}$ — 15-хвилинні максимальні інтенсивності окремих дощів, мм/хв; i — порядковий номер дощу.

Як свідчать результати досліджень (Скробала, 1996), наведені в табл. 6.16, переважна кількість дощів (85–90%) в умовах Львова характеризується низькими показниками інтенсивності і ерозійної здатності. Однак близько 60–65% загальної маси опадів протягом вегетаційного періоду випадає у вигляді злив і сильних дощів, максимальна інтенсивність яких за 15-хвилинний проміжок часу в середньому становить 1,00 мм/хв. Розподіл опадів за місяцями має складний характер і відзначається великою строкатістю. Це зумовлює значну різноманітність впливу опадів на характер утворення поверхневого стоку та умови прояву ерозійних процесів. Дощ з невеликим ерозійним індексом, який випав під час періоду низької ґрунтозахисної здатності рослинного покриву або в умовах слабкої протиерозійної стійкості ґрунтів, може зумовити більшу ерозію, ніж дощ з високим ерозійним індексом у період зі сприятливими протиерозійними параметрами.



Ерозійна здатність дощів в умовах м. Львова

Дата	Кількість опадів Q_p , мм	Інтенсивність дощу $I_{1,0}$, мм/хв	Фактор дощу R_p
1992 рік			
28.05	45,1	0,10	4,5
30.05	22,4	0,10	2,2
10.06	13,9	0,17	2,4
11.06	10,6	0,17	1,8
17.06	47,8	1,00	47,8
6.07	11,1	0,11	1,1
23.07	24,5	0,40	9,8
17.08	23,9	0,21	5,0
5.09	36,2	0,13	4,7
6.09	49,9	0,10	5,0
7.09	20,9	0,10	2,0
15.09	12,8	0,10	1,3
22.10	17,5	0,10	1,8
29.10	18,5	0,10	1,9
Дощі слабкої інтенсивності			
21.03–10.11	211,3	0,05	10,6
Сума	566,6	—	101,9
1993 рік			
31.05	47,6	1,00	47,6
21.06	11,1	0,20	2,2
24.06	12,3	0,13	1,6
29.06	7,4	0,10	0,7
6.07	9,9	0,30	3,0
21.07	13,2	0,33	4,4
22.07	52,3	0,10	5,2
23.07	49,0	0,10	4,9
25.08	35,5	0,67	23,8
29.08	39,2	0,10	3,9
1.09	19,4	0,10	1,9
2.09	12,1	0,10	1,2
16.10	29,1	0,10	2,9
Дощі слабкої інтенсивності			
17.03–9.11	210,2	0,05	10,5
Сума	548,3	—	113,8

Ерозійна здатність дощів великою мірою залежить від їх інтенсивності. Дощі 28.05.92 р. і 31.05.93 р., під час яких випала майже місячна норма опадів, значно відрізняються показниками ерозійної здатності, що пояснюється різною їх тривалістю. На підставі результатів досліджень для прогнозування інтенсивності ерозійних процесів в умовах Львова рекомендується (Скробала, 1996) використовувати величину фактора ерозійної



здатності дощів $R=100-110 \text{ рік}^{-1}$. Для порівняння значення R для території США змінюється від 20 рік^{-1} на західному узбережжі і у посушливих північно-західних районах до 350 рік^{-1} у вологих південних районах країни (Стефенсон, 1986).

Ерозійна піддатливість міських ґрунтів. Фактор ерозійної піддатливості ґрунтів K характеризує кількісний змив ґрунту з еталонної ділянки внаслідок дощу, ерозійний індекс якого становить одиницю (Заславский, 1983). Величина цього фактора в умовах Львова визначалася (Скробала, 1996) за номограмою (Wishmeier, Jonson, Kross, 1971) на основі трьох показників: а) вміст дрібнопіщаної і пилуватої фракцій; б) вміст піщаної фракції; в) вміст гумусу (Заславский, 1983).

Як свідчать результати досліджень, величина фактора K характеризується високою мінливістю (табл. 6.17), зумовленою значною різноманітністю ґрунтів і різним ступенем їх антропогенної трансформації. Ділянки, розташовані в західній і центральній частинах міста, мають порівняно низькі значення фактора ерозійної піддатливості ґрунтів ($K=1,5-1,8$), що пояснюється їх супіщаним механічним складом і високим вмістом піщаної фракції. Збільшення питомої участі пилуватої і дрібнопіщаної фракцій у механічному складі ґрунту зумовлює помітне збільшення величини фактора K (вулиці Княгині Ольги, Кульпарківська, Сихівська, Любінська та ін.).

Таблиця 6.17

Показники ерозійної піддатливості ґрунтів КЗЗМ Львова

Місце взяття зразків	Вміст фракцій, %		Гумус, %	Фактор K
	0,1-0,001 мм	0,1-1,0 мм		
Вул. Кн. Ольги	65	30	2,7	3,1
Вул. Кульпарківська	71	16	2,5	2,5
Просп. Свободи	58	34	3,2	1,7
Вул. Клепарівська	52	39	2,1	2,3
Вул. Чижевського	37	57	2,8	1,8
Вул. Грінченка	56	35	2,1	2,3
Вул. Сихівська	71	15	3,2	2,7
Вул. Любінська	72	20	2,5	3,1
Парк Високий Замок	36	61	3,8	1,5
Шевченківський гай	56	37	2,1	3,1
Лісопарк Погулянка	72	19	1,8	3,3
Парк Залізна Вода	74	18	3,5	2,5

Потенційна піддатливість ґрунтів в умовах КЗЗМ Львова значною мірою залежить від антропогенного впливу: внесення торфокомпостів, нівелювання



поверхонь, влаштування будівельних майданчиків, рекультивація порушених земель тощо. За розрахунками, цей вплив є надзвичайно складним і багатогранним, оскільки він проявляється у комплексі з іншими факторами. Наприклад, для ґрунтів Львівської котловини та осушених ділянок Білогорщі, Левандівки, долини Полтви, Замарстинова вміст гумусу слабше впливає на фактор ерозійної піддатливості. Водночас для суглинкових ґрунтів південної і східної частин міста будь-яке порушення ґрунтового профілю різко активізує ерозійні процеси. Внаслідок підготовки ділянок під будівництво (Сихівський масив, Майорівка) тільки за рахунок зменшення вмісту гумусу у поверхневих шарах ґрунту інтенсивність ерозійних процесів зростає у 1,5–2,0 рази.

Збільшення змиву ґрунту спостерігається і в умовах розчленованого рельєфу ділянок, інженерна підготовка яких під забудову супроводжується зніманням потужного шару ґрунту. Враховуючи високу мінливість величини фактора ерозійної піддатливості ґрунту та його залежність від багатьох чинників, при визначенні потенційної інтенсивності ерозійних процесів на території Львова використовувалося середнє значення згаданого показника, яке становить $K=2,20$ т/га.

Фактори довжини і крутизни схилу та рослинного покриву. Взаємний вплив довжини і крутизни схилу виражається єдиним топографічним фактором LS , який визначають за формулою

$$LS = L^{0.5}(0,0011 \times S_2 + 0,007 \times S + 0,0111),$$

де L — довжина схилу, м; S — крутизна схилу, %.

Показник LS визначають на підставі результатів морфометричного аналізу рельєфу та у процесі маршрутних обстежень. За даними наших розрахунків, зі збільшенням крутизни схилу величина фактора S зростає у геометричній прогресії. Різде збільшення величини фактора крутизни схилу, починаючи з крутизни 3° і вище, перетворює ділянки таких поверхонь у потенційно небезпечні відносно інтенсифікації ерозійних процесів.

Довжина схилів як визначальний фактор потенційного змиву ґрунту в умовах Львова (Скробала, 1996) вирізняється високою мінливістю. Серед закономірностей величини цього фактора слід відзначити його залежність від крутизни схилу. Ділянки із високою крутизною схилів мають, як правило, невелику довжину, і навпаки. Виняток — це ерозійні останці, розташовані в центральній, північній і східній частинах міста (парк Високий Замок, Кортумова гора, гора Цитадель). В умовах міста часто спостерігається штучне переривання схилового стоку, яке полягає у накопиченні води перед перешкодами, а також у канавах, кюветах, водо-

пропускних спорудах та її відведенні у каналізаційну мережу. Цей процес можна розглядати як протиерозійний захід влаштування стоковідводу, ефективність якого сприяє зменшенню інтенсивності ерозійних процесів у 2–3 рази (ГОСТ 17.4.4.03-86), або як зменшення довжини стоку. Середня протяжність схилового стоку, встановлена внаслідок маршрутних обстежень, становить 250 м.

Оскільки інтенсивність ерозії прямо пропорційна кореню квадратному від довжини схилу, відхилення значень показника L від середньої величини менше впливає на кількісну оцінку прогнозу змиву ґрунту порівняно з іншими факторами.

Як свідчить аналіз літературних джерел (Болюх и др., 1976; Заславський, 1979, 1983; Стефенсон, 1986), фактор рослинного покриття C може змінюватися в десятки і сотні разів. На посівах багаторічних трав коефіцієнт C може становити величину 0,003, на посівах озимої пшениці — 0,05, кукурудзи — 0,4. Враховуючи велику різноманітність вегетуючого покриття та різну ступінь його порушеності в умовах Львова, при обчисленні потенційної інтенсивності ерозійних процесів використовують середню величину фактора $C=0,01$, рекомендовану Д. Стефенсоном (1986) для міських територій.

Коефіцієнт P враховує зменшення ерозії внаслідок проведення таких заходів, як контурний обробіток ґрунту, терасування схилів, посів смугами тощо. Фактор P обчислюють за допомогою величин, які відповідають елементарним вимогам протиерозійного облаштування ділянок, а саме: обробіток уперек схилу (табл. 6.18).

Потенційна інтенсивність ерозійних процесів. Використовуючи результати морфометричного аналізу рельєфу території м. Львова та середні значення факторів універсального рівняння розмиву ґрунту, розрахована потенційна інтенсивність ерозійних процесів у межах ділянок поверхні міста площею 25 га (Скробала, 1996).

Т а б л и ц я 6.18

Параметри фактора P для елементарного протиерозійного облаштування території (ГОСТ 17.4.4.03-86)

Круглизна схилу, %	Фактор P при обробітку ґрунту уперек схилу
0,0–2,0	0,60
2,0–7,0	0,50
7,0–12,0	0,60
12,0–18,0	0,80
18,0 і більше	0,90



Розглядаючи питання про допустимі втрати ґрунту, потрібно враховувати швидкість процесу ґрунтоутворення, яка становить 0,03–0,08 мм/рік (Заславський, 1983; Андрейчук, 1993). Цілком очевидно, що в умовах вуличних і внутріквартальних насаджень утворення ґрунту є повільнішим внаслідок відчуження органічної маси та несприятливих режимів ґрунту, що потребує проведення цілого ряду додаткових заходів.

Рівень ерозії має бути мінімальним і не перевищувати 0,2–0,5 т/га, хоча і така втрата ґрунту не у всіх випадках компенсується нарощуванням ґрунтової родючості. Згідно з попередніми даними розрахунків, підтверджених натурними дослідженнями, в умовах розчленованого рельєфу м. Львова на окремих ділянках інтенсивність змиву ґрунту перевищує 10 т/(га/рік) (табл. 6.19). Порівнюючи значення гранично допустимих норм втрат ґрунту і потенційну інтенсивність ерозійних процесів на території Львова, можна зробити висновок про реальне переважання ґрунторуйнівних процесів, що веде до поступової деградації ґрунтового і рослинного покриву міста та погіршення екологічної ситуації.

Таблиця 6.19

Потенційна інтенсивність ерозійних процесів на території Львова

Потенційна інтенсивність ерозійних процесів	Площа міста, %
Незначний змив, до 0,5 т/га	39,4
Слабкий змив, 0,5–1,0 т/га	32,7
Середній змив, 1,0–5,0 т/га	22,7
Сильний змив, 5,0–10,0 т/га	3,7
Дуже сильний змив, понад 10 т/га	1,5
Сума	100,0

Щодо просторового розміщення, то територія Львова відзначається великою різноманітністю у розташуванні ділянок із різною потенційною інтенсивністю ерозійних процесів (рис. 6.4). Низькою інтенсивністю змиву ґрунту відзначаються слаборозчленовані рівнинні ділянки міста: Скнилово-Щирецька рівнина, Білогорща та Левандівка, долина р. Полтва. Ділянки із крутизною поверхні 65° і понад характеризуються потенційно сильним змивом, який перевищує 5,0 т/га.

Як свідчать результати досліджень (Скробала, 1996), фактична інтенсивність ерозійних процесів може значно відрізнятись від потенційної, розрахованої на підставі універсального рівняння розмиву ґрунту. Причина полягає у відхиленні фактичних параметрів ерозійної піддатливості ґрунту, ефективності рослинного покриву і протиерозійних заходів, умов рельєфу від їх середніх значень, у неможливості врахувати весь комплекс



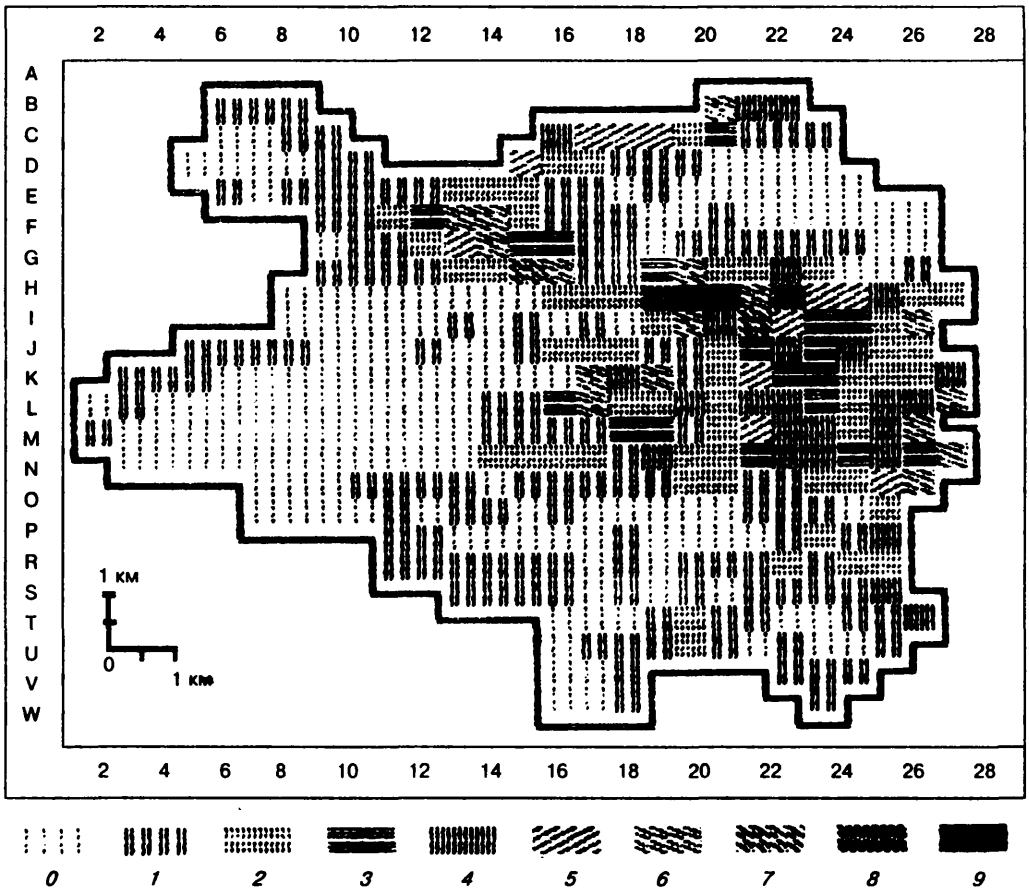


Рис. 6.4. Потенційна інтенсивність ерозійних процесів на території м. Львова, т/(га · рік):

0 – ≤ 0.5 ; 1 – 0.5-1.0; 2 – 1.0-2.0; 3 – 2.0-3.0; 4 – 3.0-4.0; 5 – 4.0-5.0; 6 – 5.0-10.0; 7 – 10.0-15.0; 8 – 15.0-25.0; 9 – > 25.0

чинників антропогенного впливу. Наприклад, у районі новобудов Сихівського масиву тільки за рахунок зняття верхнього гумусованого шару ерозійна піддатливість ґрунту зростає у 2–3 рази, а знищення рослинного покриву зумовлює збільшення інтенсивності ерозійних процесів у десятки і сотні разів. Зростанню інтенсивності змиву ґрунту сприяє неврегульоване рекреаційне навантаження (парки Високий Замок, Стрийський), підрізка схилів, інтенсивне освоєння території під забудову (лісопарк Погулянка, р-н вул. Дж. Вашингтона), нераціональне облаштування ділянок поверхні міста у протиерозійному плані (вулиці Повстанська, Коцюбинського, Стефаніка та ін.). Все це свідчить про необхідність детального вивчення залежності інтенсивності ерозійних процесів від чинників антропогенного впливу.

6.2. КЛІМАТ МІСТА (міські кліматопои)

6.2.1. Особливості міського клімату

Клімат (від грецьк. “κλίμα” — нахил до земної поверхні стосовно Сонця) — *статистично багатолітній режим погоди, що є однією з основних характеристик тієї чи іншої географічної зони.* Клімат біогеоценозів виступає як екологічний фактор (кліматоп).

Для того щоб краще зрозуміти екологічну особливість клімату, слід розглянути його в трьох вимірах: як макроклімат, мезоклімат і мікроклімат. *Макроклімат* — клімат географічної зони чи ландшафту (Західного Лісостепу, Малого чи Великого Полісся, Південного берега Криму). *Мезоклімат* — регіональний клімат (наприклад, південного схилу гори, долини, соснового або дубового лісу, болота тощо). *Мікроклімат* — це клімат на рівні організму (сонячної поляни чи затіненого піднаметового простору ялинника, міської площі чи невеличкого дворику). Мікроклімат, який формується під наметом рослин, називають *фітокліматом*.

Клімат великого міста — це покривало, яке складається з багатьох клаптиків мезокліматів, що вкривають місто і його приміську зону. В мезокліматичних секторах можна виділити численні мікрокліматичні комірки живих організмів (рослин, тварин, мікробів). Від однієї до другої мікрокліматичної ніші мігрує людина, шукаючи комфортних умов (спекотлива вулиця і парковий затінок).

Місто розглядають (Щербань, 1985) як складну систему радіаційних поверхонь, шарів і потоків, які сформувалися на його території з різномірною підстилаючою поверхнею, представленою штучними спорудами, площами і вулицями, а також зеленими насадженнями та водними просторами. Розміщення в межах комплексної зеленої зони міст озелених і обводнених територій, представлених великими лісопарками, парками, садами, скверами, водоймами, зумовлює значні зміни у співвідношенні складових теплового балансу. Різкому зменшенню турбулентного теплообміну “грунт-повітря” сприяють величезні затрати тепла на випаровування. На міських озелених і обводнених територіях співвідношення теплового балансу значною мірою наближається до такого, яке спостерігається в приміській сільській зоні.

Сумарний штучний діяльний шар сучасних крупних і великих міст, згідно з класифікацією М.І. Щербаня (1985), можна розподілити на ряд підшарів: на рівні земної поверхні (покриті асфальтом, камінням, бетоном, газоном і квітниками площі та вулиці), на рівні зелених насаджень (дерев і чагарників, парків, скверів і бульварів), на рівні дахів будівель,

надповерхові забудови і в підшарі висотних будівель. Залежно від рівня радіації розвиваються характерні турбулентні потоки, створюються своєрідні умови забруднення і вентиляції. Температура повітря на території міста перевищує відповідні її показники в приміській зоні. Тривалі дослідження, які проводили влітку, свідчать, що опівдні різниця температури повітря в центрі Львова на площі Ринок і в приміській зоні (Брюховицький лісопарк) становила 1,4–2,6°C. Підвищені термічні зони, або острови тепла, спостерігаються, як правило, на великих міських площах і перехрестях вулиць з великою територією заощення (у Львові, наприклад, площі Привокзальна, Ринок та довкола Оперного театру і на початку вул. Шевченка та ін.), а також в зоні великих промислових майданів з великими заасфальтованими ділянками (асфальто-бетонний завод, ВО “Автонавантажувач”, автотранспортні підприємства) і на дахах густо забудованих житлових районів.

Влітку добовий хід різниці температур міста і околиць має такі характеристики: ранок (7 год) — +0,7°C, день (14 год) — +2,6°C, вечір (19 год) — +3,2°C, ніч (24 год) — +1,2°C. Таким чином, у місті влітку, завдяки потужним островам тепла, що утворюються, завжди тепліше, ніж на околицях.

Характерно, що і в сонячні, але вітряні дні ці різниці значно нижчі. Підтверджується думка Г.Є. Ландсберга (1983) про те, що навіть невелика швидкість вітру (4 м/с) може виявитись достатньою для знищення острова тепла. Взагалі необхідно брати до уваги, що є поріг швидкості вітру, вище якого існування острова тепла неможливе.

Зменшенню контрасту температури міста й околиць сприяє добре розвинута мережа міських зелених насаджень. Наприклад, у Львові на вулиці Підвальній, вздовж якої розбитий сквер “На валах”, різниця між температурою місто—передмістя в липні в сонячну обідню пору становила 2,4°C, тоді як на початку неозеленої вулиці Личаківської — 3,1 °C.

Особливо значна різниця температур між озеленими і неозеленими територіями простежується в самому місті. Наприклад, на площі, на початку вулиці Шевченка, температура повітря опівдні була вища, ніж у парку ім. І. Франка на 5,4 °C. У слабоозеленому сквері навпроти театру Прикарпатського воєнного округу ця різниця становила всього 1,2 °C. Майже не відчутний вплив парку ім. І. Франка (пл. 1,6 га) на зменшення температури повітря на вулиці Листопадового чину.

Основною причиною виникнення мезокліматичних відмінностей окремих районів міста є характерні тільки для міста радіаційні території.

Баланс випромінювання на міській поверхні можна записати у вигляді формули

$$P_{\text{СВВ}} = P_{\text{ГКХВ}} - P_{\text{ВКХВ}} + P_{\text{ГДАХВ}} - P_{\text{ВАХВ}}$$

де $P_{\text{СВВ}}$ — сумарне всіхвильове випромінювання; $P_{\text{ГКХВ}}$ — короткохвильове випромінювання, що надходить; $P_{\text{ВКХВ}}$ — відбите короткохвильове випромінювання; $P_{\text{ГДАХВ}}$ — довгохвильове випромінювання, що надходить; $P_{\text{ВАХВ}}$ — відбите довгохвильове випромінювання.

Знаючи добре структуру радіації, що надійшла, та відбитої, можна управляти термодинамічними процесами в міських агломераціях. Наприклад, якщо значення $P_{\text{ВКХВ}}$ і $P_{\text{ВАХВ}}$ впливають на характерні риси поверхні (асфальт, бетон, цегла або газон), ми повинні так планувати забудову і заощення, щоби вони не вели до акумуляції великих мас тепла і не сприяли утворенню теплих островів.

Необхідно враховувати, що великими теплопоглинальними властивостями відрізняється і пил, який додає значну кількість тепла до вже перегрітого повітря міських вулиць і площ. Забруднення атмосферного повітря в місті веде врешті-решт до появи так званого парникового ефекту. Його можна відчутти, перебуваючи влітку ополудні в спекотливу пору у кварталах Львівської улоговини.

Зелені насадження сприяють виникненню постійних повітряних течій (Машинський, 1973). В літню полуденну спеку такі повітряні течії прямують від насаджень у бік забудови, а ввечері та вночі на відкритих місцях повітря швидше охолоджується і прямує до зеленого масиву. Тепле міське повітря, піднімаючись уверх, всмоктує повітряні маси з оточуючих заміських територій, нерідко утворюючи вітер. Такий вітер, на думку автора, виникає при різниці температур 5°C і різниці тиску 0,007 мілібар; найчастіше він спостерігається на околиці міста в ранкові години і утримується до полудня. Подібні повітряні течії, які мають складну латералерадіальну конфігурацію, сприяють покращенню мезоклімату.

Комфортні мікрокліматичні умови створюються в межах макроструктури комплексної зеленої зони міста будовою скверів, алей, зелених наметів парків, посадкою тінистих біогруп і солітерів.

Як стверджує А.Т. Іздебський (1949), у місті вплив зелених насаджень на прилеглу територію обмежується забудовою. Л.О. Машинський (1964) спостерігав зміну температури і вологості повітря в умовах ізольованого розміщення насаджень і компактної забудови на відстані 70–100 м, а у випадку об'єднання міських і заміських насаджень в єдину систему у поєднанні з вільною забудовою — в межах 200–300 м. Ці дані дали змогу рекомендувати для підвищення ефективності впливу зелених на-



саджень на мікроклімат прилеглих територій створення в містах зелених смуг завширшки 75–100 м через кожні 400–500 м. Цей показник введений у містобудівельні нормативи. Однак аналіз територіального розподілу озеленення (всіх типів функціонального призначення) свідчить про те, що в новій забудові більшості міст відсутнє подібне чергування зелених смуг, здатних впливати на мезоклімат прилеглих територій.

У містах вологість повітря є також нижчою, ніж у приміській зоні. Влітку опівдні ця різниця становила 15–17%. У добовому ході найвищих значень температури повітря її різниця місто—околиця відзначається вдень та ввечері, а в річному — влітку.

Мікрокліматичні дослідження в парку і неозелененій міській площі свідчать про те, що величина відносної вологості значною мірою залежить від розміру, породного складу зеленого насадження та характеру ландшафту — відкритий чи закритий (табл. 6.20).

Т а б л и ц я 6.20

Температура і відносна вологість повітря ополудні (14-15 год) (м. Львів)

Назва ландшафтного району	Місце метеорологічної зйомки	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %
Розточчя	Брюховицький ліс	21,3	58,0
Львівське плато	Розсадник в кінці вул.Кульпарківської	20,8	59,2
Мале Полісся	Гамаліївський ліс	20,5	61,2
Подільське узгір'я	Вишниківський ліс	19,9	62,3
Львівська улоговина	Площа Вишниченка	22,5	52,7

Слід відзначити, що вологість повітря під кронами насаджень характеризується нижчою амплітудою коливань, ніж на відкритій міській території (табл. 6.21). В парку вона становить 6,9%, на площі — 15,2%.

Головною причиною різкого зменшення відносної вологості повітря в містах (в окремі дні на площі на початку вул. Шевченка у Львові вона становила до 35–40%) є наявність великих площ мертвих підстилаючих поверхонь (бруківок, дахів, які, акумулюючи сонячну радіацію, висушують повітря). Водночас ці поверхні не здатні затримувати опади, крім того, їх розміщення забезпечує прискорене скидання води до каналізації.

Оскільки в центрі міста, як правило, площа покриву значна, евапотранспірація тут набагато менша, ніж на околицях. Порівнюючи дані метеостанції аеропорту Львова, розміщеного на південній околиці, з результатами вимірювань у центрі міста, на площі Міцкевича, бачимо, що відносна вологість повітря у щільно забудованому кварталі близько полудня

була нижчою на 7–10%. Цей показник зумовлений двома факторами: по-перше, підвищена температура всередині острова тепла, по-друге, менша евапотранспірація.

Таблиця 6.21

Відносна вологість повітря на ділянках з різним рівнем озеленення (м. Львів), %

Час спостережень	Неозеленена площа на початку вул. Шевченка	Внутріквартирний сквер біля Драматичного театру Західного оперетивного колективу	Парк ім. І. Франка
Ранок	73,2	74,0	75,1
Полудень	51,5	54,6	61,3
Вечір	58,0	60,1	68,2

Характерно, що у похмурі дні вологість протягом доби як в місті, так і на околицях змінюється мало. Максимум вологості в місті спостерігається вдосвіта (4–5 год). Вологість повітря в сільській місцевості досягає максимуму після заходу і мінімуму — на світанку. Після сходу сонця як в місті, так і у приміській місцевості, спостерігається зниження відносної вологості повітря. Найбільша різниця найнижчих показників відносної вологості повітря міста і околиць спостерігається в 13–15 год.

Причин спадання охолоджуючої вологості в місті декілька, але дві з них видимі і їх необхідно враховувати при подальшому розвитку міської забудови і екологічній оптимізації. По-перше, це мала площа вегетуючих, транспіруючих вологу зелених насаджень. По-друге, велика кінетика руху опадів, що випали на ущільнені штучні поверхні (часто з великими ухилами) дахів, вуличних бруківок і рейкових установок, площ і площадок. Необхідно, щоби поруч з ними були перехоплюючі стік вегетуючі шорсткі поверхні газонів, квітників, деревно-чагарникових насаджень, які акумулюють вологу і віддають її атмосфері у вигляді прохолоди поступово, поліпшуючи таким чином мікроклімат сусідніх вулиць і площ.

Влітку в місті випадає більше опадів, ніж на околицях. Збільшення опадів в місті порівняно зі сільською місцевістю зумовлене, на думку вчених, трьома головними факторами. Перший і найсуттєвіший — це утворення в місті острова тепла, що призводить до інтенсивнішого руху повітря по вертикалі, а це, в свою чергу, є умовою утворення опадів. Другий — ефект перешкоди, пов'язаний з аеродинамічною шорсткістю структури міста, що гальмує просування синоптичних систем. Якщо в такій системі відбуваються опадоутворювальні процеси, то сповільнення її руху приведе до збільшення опадів, які випали на території міста. У багатьох випадках обидва названі фактори — наявність перешкод і острова тепла — діють одночасно, у зв'язку з чим виділити вклад кожного з

них в сумарному збуренні, яке вноситься в місті в поле опадів, дуже важко.

Третьою причиною, яка впливає на утворення опадів, є забруднення атмосфери міста і утворення навколо забруднюючих речовин водяних ядер, які здатні стимулювати утворення опадів у переохолоджених хмарах. Як свідчать дані спостережень, найбільша кількість опадів випадає влітку не в центральних районах міста, а на його околицях.

У місті влітку опади характеризуються ще однією особливістю: більшою, ніж у сільській місцевості, величиною дощових крапель. Сильні опади досягають максимуму після обіду між 14–17 годинами, тобто в період найінтенсивнішого нагрівання поверхні і тепловиділення. Другий за чергою максимум спостерігається між 21–24 годинами, що пояснюється високою тепловіддачею з поверхні острова тепла.

Висотна забудова, наприклад, на території Львівської продувної рівнини (мікрорайон між вулицями Володимира Великого і Науковою), створює мікрокліматичний дискомфорт для її мешканців, головним чином дітей і людей похилого віку, які довше за інших перебувають на відкритому повітрі. Багатоповерхові будівлі, розміщені на невеликій відстані, утворюють своєрідні міські каньйони з прискореними повітряними потоками.

Щоб краще зрозуміти метеорологічний феномен міста і цілеспрямовано впливати на поліпшення мікроклімату, необхідно знати стан поверхневого енергетичного балансу, формулу якого можна записати таким чином:

$$P_{\text{СВВ}} + A_{\text{T}} = \text{ТП}_{\text{ч}} + \text{ТП}_{\text{C}} + \text{ТП}_{\text{Г}}$$

де $P_{\text{СВВ}}$ — сумарне всехвильове випромінювання; A_{T} — антропогенний штучний тепловий потік; $\text{ТП}_{\text{ч}}$ — чутливий тепловий потік; ТП_{C} — прихований тепловий потік; $\text{ТП}_{\text{Г}}$ — ґрунтовий тепловий потік, або накопичення.

Поділ енергії на енергію чутливих, прихованих і ґрунтових теплових потоків у місті є фундаментально важливим для обґрунтування таких особливостей, як міський тепловий острів.

Повне значення енергетичного балансу міської території важко визначити із-за різноманітності поверхні, яка є характерною для орографії багатьох міст. Непросто також врахувати теплоперенесення від рослинного покриву до урбанізованих шарів міста, і навпаки. Проте вже сьогодні можна підрахувати, наприклад, дефіцит транспірації. Відносний поділ енергії на чутливий і приховані теплові потоки залежить головним чином від площі, зайнятої транспіруючою рослинністю, а також від залишкової вологи, яка скупчується в місті після дощу.

Вивченню енергобалансу міської території сприяють методи аерокосмічного дистанційного зондування за допомогою бортових тепловізорних установок. Отримані карти чутливих і прихованих теплових потоків свідчать, що власне міський центр є основним масивом явних максимумів чутливого теплового потоку. Міські мінімуми прихованих теплових потоків відповідають площам з максимальними денними температурами. Якщо найменші величини прихованого теплового потоку більші, ніж максимальні величини чутливого потоку, необхідно терміново вживати заходів щодо розширеного вегетуючого рослинного покриву.

Показник ґрунтового теплового потоку не має суттєвого значення, оскільки в місті такі площі незначні, а заміські, як виявилось, не беруть суттєвої участі у створенні міського острова тепла.

Підвищення відносної вологості повітря в прилеглих до зелених масивів територіях пов'язане насамперед з величиною площі випаровування, тобто площею листових пластинок рослин усіх горизонтів біогеоценозу.

На відміну від водних поверхонь, що випаровують вологу в атмосферу, безпосередньо контактуючи з нею, рослинність випаровує її шляхом транспірації, який є складовою біосистеми рослинного організму. Водяні радіальні потоки (анарадіальні і каторадіальні) пересікаються латеральними потоками перегрітого міського повітря. Зволожені і облежені латеральні потоки радіалізуються, внаслідок чого латерально-радіальний рух спрямовується в бік території забудови і замощення.

Регулювання вітру є однією з функцій міських фітомеліоративних насаджень. Слід зазначити, що серед міст заходу України тільки макроструктура комплексної зеленої зони м. Львова сформована таким чином, щоб впливати на просування пануючих вітрів. В інших містах вона не склалась і не передбачена генеральними планами розвитку міст.

Повітряні потоки можна регулювати засобами мезо- і мікроструктури. Парки й інші великі масиви різного функціонального призначення (ботанічні сади, кладовища, парки лікарень), які належать до мезоструктури міського озеленення, стримують повітряні потоки. На прилеглих до цих масивів територіях рідко спостерігаються сильні вітри.

Велику увагу в світі приділяють формуванню такої мікроструктури, яка б регулювала місцеві потоки повітря: на площі, у дворі, на вулиці. При регулюванні вітру рослини виступають як перешкода потокам вітру, ослаблюють його і фільтрують. Диференціація полягає не лише в ефективності рослин, але й у техніці їх розміщення. Існують різні варіанти використання окремих елементів озеленення для регулювання вітру: со-

літери і біогрупи дерев, чагарників, зелені стіни і бордюри, вітрозахисні смуги. Незважаючи на те що часто ці фрагменти рослинності не належать до фітоценозів, латеральні потоки, які рухаються крізь них, певною мірою видозмінюються, як і у випадку з повночленними біогеоценозами.

Вітер регулюється на дистанції від 2 до 5-кратної висоти бар'єра з навітряного боку і від 10 до 15-кратної висоти бар'єра з підвітряного. Змінити напрямок вітру може окремо стояче дерево; особливо ефективні як регулятори хвойні. Листяні краще виконують цю функцію влітку, коли вони вкриті листям.

С.І. Северин (1975), враховуючи провітрювальну і фільтрувальну функції зелених насаджень, дуже вдало назвав їх своєрідними величезними припливними камерами, в яких повітря, перш ніж надійти до споживача, очищується від пилу, охолоджується, зволожується, а також насичується цілющими від'ємно зарядженими легкими іонами (рис. 6.5). Найвищу фільтрувальну ефективність, враховуючи латеральний потік, виявляють ажурні дифузні зелені смуги (ажурність — 75–65%) шириною 20–30 м. Віддаль між смугами дорівнює ширині смуги.

Пил і сажа, підняті повітряними анарадіальними потоками зі запиленних вулиць і площ високо над земною поверхнею, повертаються, зміщені вітром у бік озеленених територій, і опускаються з коротко-радіальним потоком, осідаючи на рослинах. Проведений аналіз запиленості Львова, за даними метеопостів міської санепідемстанції, свідчить, що рівень за-

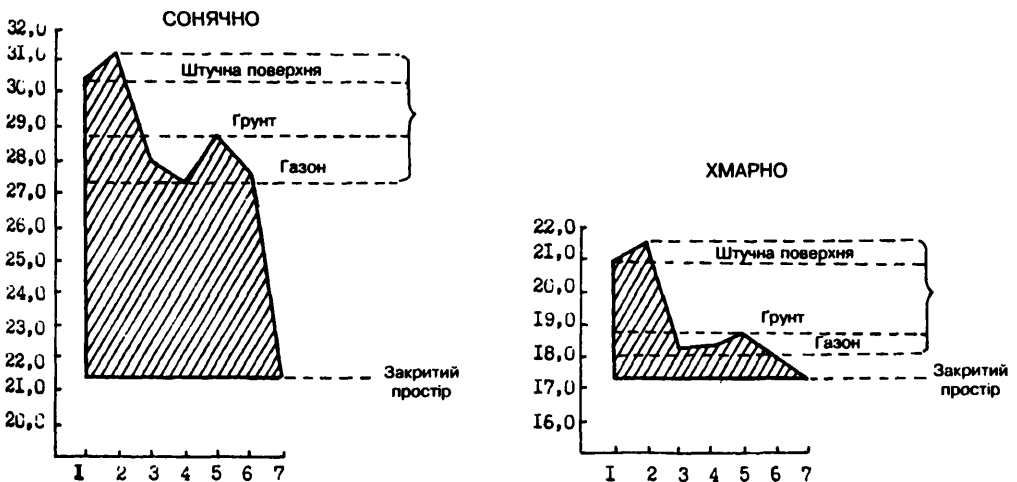


Рис. 6.5. Температура поверхні ґрунту і замощених територій відкритих і закритих просторів.

пиленості добре озелених територій у 5–10 разів нижчий, ніж площ вулиць з поганим озелененням (площа Возз'єднання, проспект Чорновола Шолом-Алейхема, Винниченка). Низький рівень запиленості спостерігали на територіях міста, де озеленення становило понад 70% (райони Високого Замку, Шевченківського гаю, Винниківського лісопарку), тобто він обернено пропорційний рівню озеленення: чим більше озеленена територія, тим менша запиленість повітря (табл. 6.22). У червні, згідно з багаторічними даними, середній показник запиленості у різних точках Львова на висоті 1,5 м від земної поверхні коливався від 0,314 до 3,351 мг/м³.

У місцях з високим рівнем озеленення (55–100%) запиленість становить 0,314–0,388 мг/м³, в середньозелених (30%) — 0,789 мг/м³, а в слабоозелених (10–15%) — 1,626–3,351 мг/м³, тобто в 3,6 раза вище допустимої. Рівні запиленості й озеленення відповідають рівню життєвості деревної рослинності: в добре озелених районах рослини мають здоровий вигляд, в слабоозелених — пригнічений.

Таблиця 6.22

Запиленість повітря (мг/(м³), рівень озеленення міських територій (%) і стан деревної рослинності (життєвості) в різних точках Львова

Показник	Винниківський лісопарк (Винниківське озеро)	Район Оперного театру	Вул. Корольонка	Парк Високий Замок	Вул. Б. Хмельницького	Вул. Личківська	проспект Чорновола
Запиленість атмосферного повітря, мг/м ³	0,333	0,789	0,369	0,314	3,351	0,388	1,626
Рівень озеленення, %	100	30	60	90	10	55	15
Показник життєвості рослинності	Добре	Задов.	Добре	Добре	Незадов.	Добре	Задов.

Результати дослідження чистоти атмосферного повітря, проведеного санепідемстанцією 25 травня і 5 серпня 1990 р. поблизу асфальто-бетонного заводу, свідчать, що концентрація пилу тут становила 1,61 мг/м³ (в 3 рази вище допустимої), СО₂ — до 600 мг/м³ при нормі 120 мг/м³, СО — до 30 мг/м³ при нормі 3 мг/м³.

Взяті забори повітря поблизу заводу автотранспорту виявили таку кількість окису вуглецю, що в 5–10 разів перевищує допустиму, сірчистого ангідриду — в 1,8 рази, пилу — в 2 рази. На віддалі 5–10 м від огорожі лакофарбового заводу поряд із житловою забудовою кількість ксилолу становила 10–30 мг/м³ при нормі 0,2 мг/м³.



Рівень запиленості і задимленості, в свою чергу, впливає на ступінь освітленості міських територій. Якщо в добре озеленених районах Львова (Брюховичі, Винники, вулиці Черемшини і Васнецова) освітленість в сонячну погоду коливалась у межах 35–37 тис. лк, то в районі Оперного театру — 28 тис. лк.

Рівень освітленості в місті залежить і від щільності і орієнтованості забудови, а також використання дерев з різною густотою і конфігурацією тіні. Разом зі запиленістю та задимленістю повітря, яка зменшує проникнення світла, в першу чергу бактерицидного ультрафіолетового, нераціональна з точки зору інсоляції забудова і посадка дерев часто зумовлюють негативні санітарно-гігієнічні наслідки.

6.2.2. Горизонтальні градієнти середовища і рослини

С.І. Радченко (1966) звернув увагу на те, що екологічні дослідження вертикальних градієнтів середовища необхідні для того, щоб знати, які особливості вони мають і чим відрізняються один від одного хоча б у найтипівіших природних зонах і угрупованнях. Він вважав, що вертикальний температурний градієнт є похідним від екологічних умов фітоценозів і бере участь у житті рослин поряд з іншими кліматичними факторами.

Виділяючи еколого-фітоценотичні пояси (екокліни) комплексних зелених зон міст, враховують кліматичні фактори середовища. Власне *різниця температур і вологості повітря чотирьох найхарактерніших природних зон міської агломерації були покладені в основу виділення градієнтів середовища цих екоклінів*. Однак поглиблене вивчення умов середовища третього і четвертого ЕФП, в яких здійснюється реальний процес інтродукції деревних рослин, зумовило необхідність аналізу особливостей вертикальних характеристик градієнтів середовища і рослин. С.І. Радченко для ілюстрації температурних градієнтів бере типові фітоценози лісів, степів, пустель, тундри та високогір'я і називає ці градієнти *фітокліматичними*.

Для дослідження вертикальних температурних градієнтів підбирають ділянки з різним фітоценотичним покривом і “запечатаними” невегетуючими підстилаючими поверхнями (асфальт, бетон, бруківка) IV ЕФП, де в основному зростають поодинокі дерева. Прийняті дві типові трансекти: перша — на околиці міста Львова, друга — в центральній частині. Сім точок спостережень розподілені таким чином: на відкритому просторі — дві (вулиці на площі з асфальтом, бетоном або бруківкою), одна — ущільнений ґрунт, три — газони або ділянки з різнотрав'ям; на закритому просторі — одна (лісопарк і парк приблизно одного віку і повноти).

На підставі даних спостережень побудовані кліматограми (рис. 6.5), які дали змогу визначити, що в місті панують два клімати — відкритих просторів і фітоклімат високої рослинності лісів, парків і садів. Клімат відкритих просторів диференціюють так: клімат мертвих або “запечатаних” підстилаючих поверхонь (асфальт, бетон, каміння та інше покриття); клімат ущільнених ґрунтів; низького фітоценотичного покриву газонів, квітників, різнотрав'я, чагарників, причому останній можна диференціювати і вивчати більш детально, але він суттєвого фітоклімату не створює. Клімат закритих просторів різко відрізняється від клімату відкритих територій, що бачимо на всіх кліматограмах за ясної погоди. У похмуру погоду ці відмінності згладжуються, однак у всіх випадках відзначено хоча і невелике підвищення температури відкритого простору стосовно закритого. Відповідно знижується відносна вологість повітря у ландшафтах відкритих просторів порівняно зі закритими.

Таким чином, за класифікацією С.І. Радченка, на території комплексної зеленої зони міста є такі температурні градієнти: лісовий, лісостеповий, степовий і пустельний. Власне такий підхід автора дає змогу обґрунтувати поняття ксерофілізації (Агаєв, Гірник, Кучерявий та ін., 1990) і остепнення (Szczepanowska, 1984) клімату великих міст, які з'явилися останнім часом. Вважаємо небезпідставною появу також термінів “міська пустеля”, “лишайникова пустеля”, “острови тепла”. Справа в тому, що розглядаючи міську екосистему як біоценотичний або фітоценотичний покрив агломерації, не можна не помітити властивого кожному фітоценозу фітокліматичного градієнта. Між іншим, широке зведення у лісовій і лісостеповій зонах лісів, поява на їх місці суходільних луків, як відомо, призвело до “остепнення” лісових ландшафтів. Отже, це не лише візуально-просторове явище, але і кліматичне.

Звертаємося знову до С.І. Радченка, який виділяє три типи фітоценотичних градієнтів: 1) панівні; 2) підстилаючі; 3) кіркові. Поділ вертикальних температурних градієнтів на *від'ємні*, *нульові* та *додатні* тут також зберігає своє значення.

До *панівних* належать температурні градієнти, які сприяють екологічним умовам едифікаторів даного угруповання в часи асиміляції весняно-літнього періоду.

До *підстилаючих* належать ті температурні градієнти, які у вертикальному профілі відповідають температурному режиму виду рослин, що не визначають тип або характер ландшафту (наприклад, поодинокі дерева або чагарники у відкритому ландшафті, підлісок або трав'яний покрив підпологового простору).



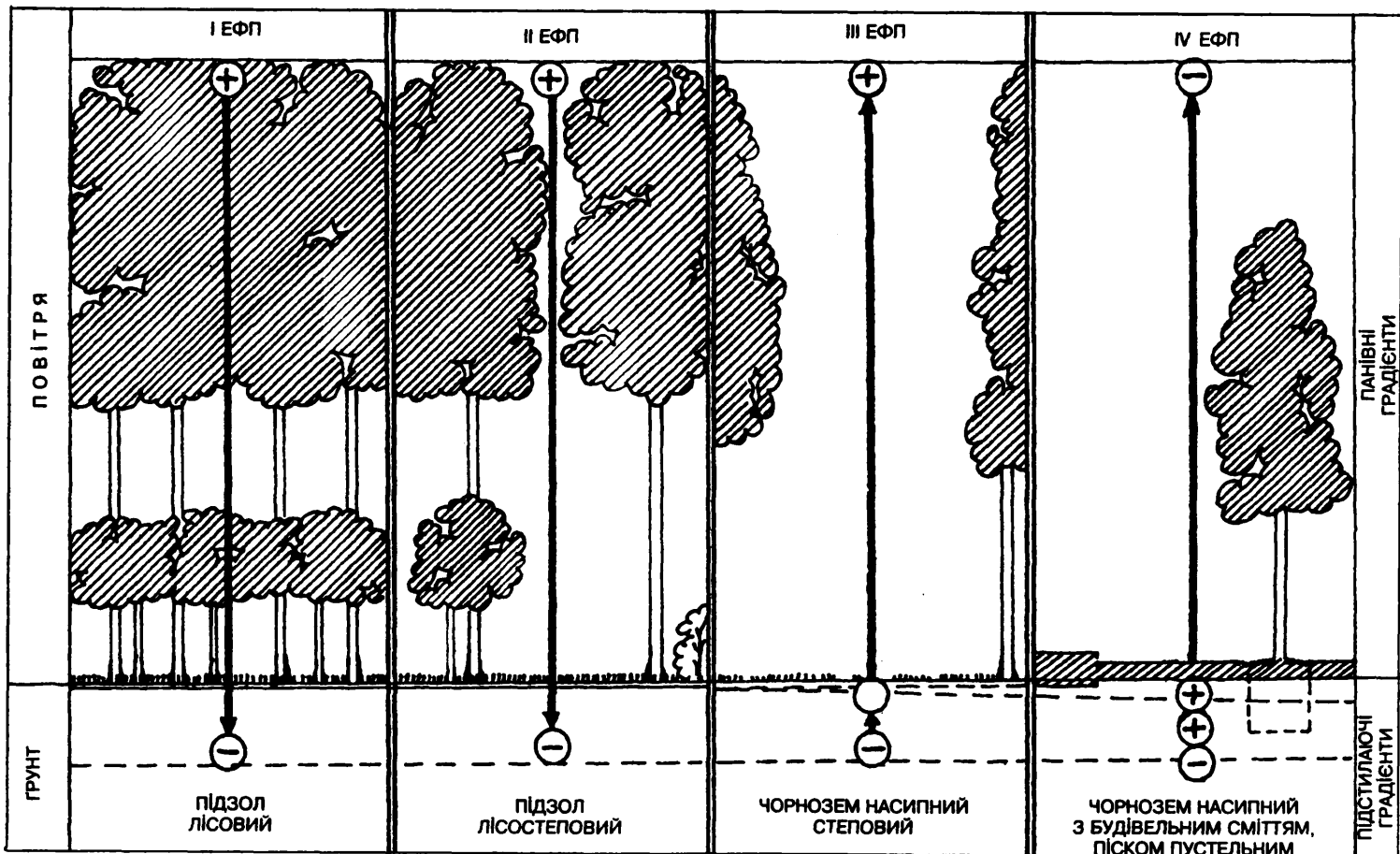


Рис. 6.6. Температурні градієнти еколого-фітоценотичних поясів.

У міському ландшафті серед фотокліматичних типів вертикальних температурних градієнтів значне місце посідає *кірковий* температурний градієнт. У місті значні території, які не мають рослинного покриву, підлягають дії прямих сонячних променів. У безхмарні дні цей поверхневий шар, в тому числі і ґрунту, значно тепліший, ніж горизонти, розташовані нижче, та приґрунтовий шар повітря. Як зазначає С.І. Радченко, поширеність цього шару робить його немовби денною теплою "кіркою" Землі, причому разом з прилеглим шаром він утворює *додатний температурний градієнт*. Його збільшення, за нашими спостереженнями, зростає у напрямку від околиці до центру міста, і особливо чітко простежується на схилах південної орієнтації (рис. 6.6). У щільному травостої газону луки або рудеральних ценозів кірковий температурний градієнт відсутній, що свідчить про значну фітомеліоративну ефективність трав'яної рослинності.

Взявши за основу схему ландшафтних типів температурних градієнтів і еколого-географічного поширення вертикальних градієнтів середовища та рослини С.І. Радченка, будуюмо аналогічну схему для міської агломерації з урахуванням чотирьох еколого-фітоценотичних поясів (рис. 6.6). Відзначаємо тенденції росту відповідних екологічних температурних градієнтів у поясному напрямку від *лісового* і *лісостепового* температур-

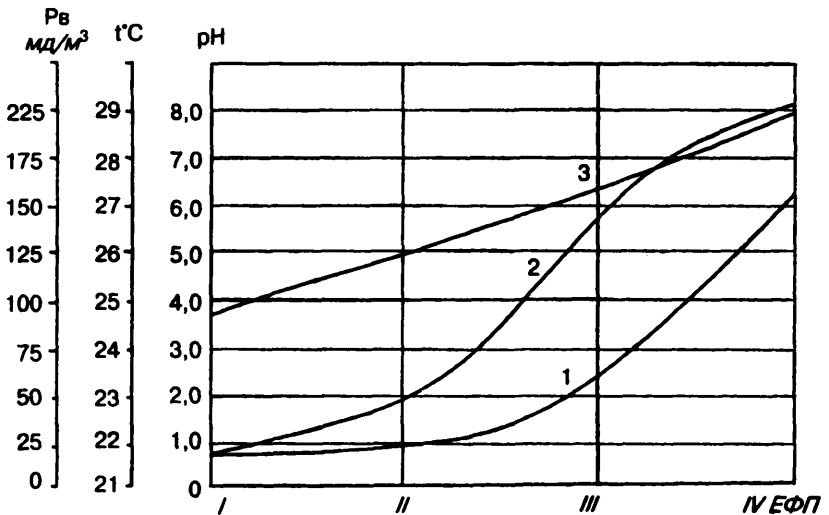


Рис. 6.7. Температура повітря, рН водної витяжки і накопичення свинцю в ґрунтах по фітоценотичних поясах КЗЗМ Львова:

1 — накопичення Pb, 2 — температура повітря, 3 — рН водної витяжки.



ного градієнта з його *від'ємним* знаком у денний час вегетаційного періоду (ліс, парк) до *степового* температурного градієнта газонів та інших трав'яних ценозів з їх *нульовим*, а часто й *додатним* (вигорілі від літньої спеки газони або рудеральна рослинність) температурним градієнтом.

У четвертому еколого-фітоценотичному поясі великих площ замощень і забудови “запечатаних” територій внаслідок акумуляції сонячного тепла для зростаючих тут рослин формуються елементи пустельного температурного градієнта з вираженим додатним вертикальним градієнтом. Подібно до вирізненого Радченком пустельного температурного градієнта, градієнт IV ЕФП є спекотним (сухим і гарячим). Власне в цих жорстких умовах ксерофілізації відбувається інтродукція багатьох аборигенних і чужоземних видів, серед яких більшість — типові мезофіти. Процес ксерофілізації тісно пов'язаний, а точніше, значною мірою обумовлює процес алкалізації — олушення ґрунтового середовища. У IV ЕФП, де спостерігається найвища температура повітря і ґрунту, рН, як вже відзначалось, сягає 7,0–7,5, що підтверджує прояв характерних рис остепнення міського середовища (рис. 6.7).

6.2.3. Вертикальний температурний градієнт поодинокі стоячих дерев

Четвертий еколого-фітоценотичний пояс характеризується наявністю поодинокі стоячих дерев і чагарників, а також низької рослинності — пратоценозів, рудеральних ценозів і агроценозів (квітники), які не можуть суттєво впливати на зміну мікроклімату урбогенізованих ландшафтів. Тут панує степовий температурний градієнт, а в місцях суцільного замощення — пустельний, з вираженим у літній сонячний день додатним знаком. Вуличні алеї, поодинокі стоячі дерева, висаджені в лунки тротуарів, або зелені смуги газонів, а також контейнерна зелень, як правило, знаходяться поблизу вулиць, проспектів і автомагістралей з їх високою тепловіддачею у літній час.

При радіаційному типі погоди опівдні найяскравіше проявляється додатний вертикальний температурний градієнт “середовище-рослина” у молодих посадках (10–15 років), які ще не сформували крони і не створюють під нею вираженого мікроклімату. Опівдні, коли сонце стоїть у зеніті, нижня частина стовбура і ґрунт лунки, в якій висаджене дерево, перебувають під впливом прямої сонячної радіації. Стосовно ж старих дерев з розвинутою низькоопущеною кроною, то вони створюють під пологом свій мікроклімат і затіняють ґрунт коренезаповнюючого шару (табл. 6.23).

Температура повітря і поверхні ґрунту, відносна вологість повітря під кронами дерев (80 років) і на відкритій ділянці (газони й асфальт), вул. Шевченка, червень-липень 1974 р.

Об'єкт спостереження	Температура, °С						Вологість повітря		
	повітря на висоті 1,5 м			поверхні ґрунту					
	7	13	19	7	13	19	7	13	19
Сонячно									
Тополя чорна	14,8	21,6	16,6	16,9	21,9	17,4	78,2	62,8	73,2
Гірकोкаштан	14,6	21,5	16,6	16,1	21,2	16,9	78,4	62,8	73,1
Клен гостролистий	14,7	21,8	16,7	15,7	20,9	16,6	78,3	62,6	73,2
Відкрита ділянка (газон)	14,9	24,7	17,3	10,7	29,2	18,0	78,0	61,2	72,8
Відкрита ділянка (асфальт)	13,7	29,5	19,4	13,5	37,9	29,4	78,4	57,0	67,3
Похмуро									
Тополя чорна	12,4	14,6	13,7	15,6	18,1	18,8	84,7	81,0	83,3
Гірकोкаштан	12,2	14,7	13,6	15,3	17,1	17,6	84,9	81,1	83,5
Клен гостролистий	12,1	14,4	13,6	15,2	17,2	17,4	84,9	81,3	83,5
Відкрита ділянка (газон)	12,2	14,6	13,8	15,9	19,4	18,8	84,7	81,2	83,2
Відкрита ділянка (асфальт)	12,8	14,4	13,5	16,1	20,5	19,1	84,5	81,0	83,0

Помітна різниця між температурними градієнтами старої і молоді вуличних посадок. Наприклад, опівдні від'ємний градієнт на поверхні ґрунту під старими деревами був мінімальний і прямував до нульового, а на глибині 20 см — близько 4°С. Для молодих дерев на поверхні ґрунту характерний додатний градієнт, який становить 4–7°С, на глибині 5 см він стає нульовим, на глибині 10 см — мінімально від'ємним — близько 2,5°С і тільки на глибині 15–20 см — виражено від'ємним — близько 7°С. Однак якщо для потужної кореневої системи старих дерев на глибині 20 см дія хоча і невеликого від'ємного градієнта ефективна, то для молодих дерев краще, щоби він проявлявся у верхньому 10-сантиметровому шарі, де зосереджена значна частина тонких сисних корінців. Великий додатний градієнт не лише висушує поверхневий коренезаселяючий шар, але і нагріває стовбур, що не може не вплинути на життєдіяльність молодих вуличних дерев, відпад яких у містах є особливо суттєвим.

Необхідно відзначити, що вранці спостерігається додатний температурний градієнт, величина якого незначна — близько 1,5°С. Ввечері, о 19 год, під наметом старих дерев градієнт "повітря-ґрунт" знову стає додатним, але у межах 0,4–0,6°С.



Висушення ґрунтів у IV ЕФП завдяки дії степового і пустельного типів температурних градієнтів, як відзначено вище, веде до зміни їх фізико-механічного і фізико-хімічного складу, а також негативно впливає на фізіологічні та біохімічні процеси рослин. Тому треба звернути увагу на можливість індивідуального пристосування рослин до вертикальних температурних градієнтів. На відміну від філогенетичного пристосування, яке є наслідком тривалої еволюції деревних рослин, індивідуальне пристосування, що виявляється у формуванні низькоопущених крон, здатних затінювати коренезаповнюючий ґрунтовий шар, є адаптаційним процесом, що регулюється. Це регулювання, на нашу думку, полягає у створенні умов, які забезпечують у ранні періоди розвитку вуличних посадок (до появи добре розвиненої молоді крони) *формування від'ємного градієнта за допомогою регулярного поливу лунок*.

Між тривалістю вегетаційного періоду і глибиною проникнення кореневої системи рослин існує такий зв'язок: чим триваліший вегетаційний період, тим глибша і потужніша коренева система (при інших рівних умовах), і навпаки. Деревні рослини, які відзначаються поверхневою кореневою системою (ялина звичайна) або ж неглибокою (береза бородавчаста, липа широколиста), мають велику ймовірність бути підданими більш тривалому і сильному *впливу додатного температурного градієнта та прискоренню онтогенезу*, ніж рослини зі середньоглибокою (клен гостролистий, горіх грецький) або дуже глибокою (клен-явір) кореневими системами.

Тому в великих містах у вуличних посадках не відзначене зростання поверхневокорених ялини звичайної та берези бородавчастої. Стосовно ж липи широколистої, яка має неглибоку кореневу систему, то у неї коротший вегетаційний період порівняно з кленом гостролистим і явором, корені яких глибоко проникають у ґрунт.

Враховуючи штучні обмеження у розвитку корених систем у глибину, ця залежність розкриває ще одну грань вегетаційного процесу, який відбувається у IV ЕФП: *негативний вплив на нього додатного температурного градієнта, який скорочує асиміляційну діяльність надземної частини*.

Фізіологічне старіння і передчасний відпад вуличних дерев, якщо робити висновок за С.І. Радченком (1961), відбувається внаслідок раннього "озолення" фізіологічно активних органів рослини (коренів і листків) із-за порушення вуглеводного обміну, посиленого дихання, гальмування синтетичних процесів, утворення шкідливих продуктів розпаду білків тощо. Ці явища, що часто супроводжуються припиненням діяльності меристематичних тканин і їх відмиранням, є головною причиною захворювань рослин, зниження врожаю і погіршення їх загального вигляду.

6.2.4 Дистермія і температурні градієнти

С.І. Радченка

Промениста енергія оточуючого середовища в умовах великих і крупних міст, яка акумулюється мертвою підстилаючою поверхнею, є для деревних рослин не тільки джерелом тепла, але й головною причиною перегріву як надземної, так і підземної частин дерев, особливо тих, які зростають поза фітоценозом. Поодинокі дерева вулиць і площ, внутріквартильної та промислової забудови особливо доступні “майже постійному впливу температури ґрунту і повітря в часі та просторі” (Радченко, 1961).

Укорінена з давніх часів теза про те, що до мікроклімату належить тільки сфера приземного шару повітря, а зона зростання коренів є галуззю ґрунтознавства, не сприяла зародженню у біологів думки про можливість різного пристосування надземних і підземних органів рослин до температури. Останнім часом окремі біологи-інтродуктори приділяють цьому напрямку належну увагу, однак, на жаль, ці роботи не торкаються інтродукції рослин у міське озеленення.

Що ж являє собою температурний градієнт Радченка? Які перспективи використання цього наукового підходу до рішення актуальних задач урбоекології й інтродукції? Кожна частина тіла рослини, — відзначає автор, — у різний час року та доби відчуває вплив різних температур внаслідок майже постійної динаміки тепла і світла до оточуючого середовища. Амплітуду цих коливань автор і назвав *температурними градієнтами в часі* (сезонними і добовими). *Різниця в температурі між коренями і листками та іншими органами, які знаходяться у різних точках на рослині, названа вертикальним температурним градієнтом.*

Оскільки температура тіла рослин не завжди відповідає температурі ґрунту або повітря, то автор виділяє дві основні групи градієнтів — середовища і рослин (рис. 6.8, А,Б). Останні, в свою чергу, поділяються на *фізичні та біологічні.*

Вертикальні температурні градієнти середовища і цілої рослини визначають такі формули:

$$TC = \pm(t_n - t_r) \text{ і } TP = \pm(t_n - t_k),$$

де TC — вертикальний градієнт середовища; t_n — температура повітря на рівні рослини; t_r — температура ґрунту на рівні коренів; TP — вертикальний градієнт рослин; t_n — температура надземних органів (листіків) або температура повітря середовища навколо листків чи крони; t_k — температура коренів або ґрунту в зоні максимального їх розповсюдження.

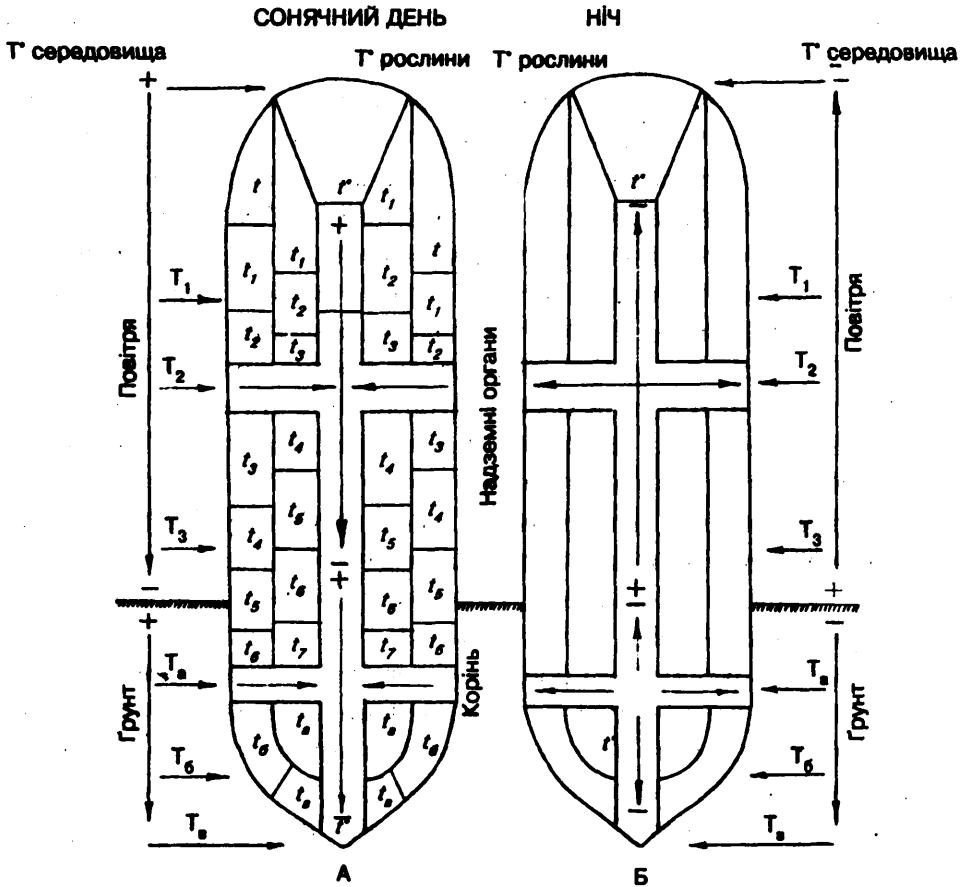


Рис. 6.8. Схема вертикального і горизонтального профілю температурних градієнтів рослин (за С.І.Радченком, 1966):

А — від'ємний, Б — додатний градієнт, T_1-T_7 , t_1-t_7 — температура повітря і надземної частини рослин, T_4-T_7 , t_4-t_7 — температура ґрунту і коренів.

Автором побудовані "фігури" вертикальних, термічних градієнтів середовища і рослин.

Вертикальний температурний профіль середовища або рослини назвали *від'ємним температурним градієнтом*. При ньому температура повітря або надземних органів рослини вища від температури ґрунту або кореневої системи. *Нульовим вертикальним градієнтом* називається градієнт, при якому температура повітря (або надземної частини рослин) дорівнює температурі ґрунту (або надземних органів). Нарешті, при *додатному вертикальному градієнті* температура повітря (або надземних органів рослини) нижча від температури ґрунту (або кореневої системи).

Від'ємний вертикальний температурний градієнт, як правило, відповідає тепловому профілю середовища літнього часу в денні години, коли інтенсивно відбувається фотосинтетичний процес. Вночі він переходить, як показано на рис. 6.8, Б, через нульовий градієнт у додатний. Вранці у сонячний день спостерігається зворотний процес. У нічні години знімається співвідношення і підземних температур: денний від'ємний градієнт вночі перетворюється в додатний, причому утворений більш низькими температурами повітря і ґрунту внаслідок нічного пониження температури. Денний нульовий вертикальний температурний градієнт Н вночі залишається також нульовим, але знижується рівень температур, що його утворюють. Денний додатний температурний градієнт залишається і вночі додатним, але стає більш помірним або холодним внаслідок нічного зниження температури повітря і ґрунту.

У сезонному аспекті спостерігається така закономірність: влітку величина вертикального градієнта відповідає від'ємному знаку, восени — нульовому, а пізніше — додатному, ранньою весною додатному, потім — нульовому, пізніше — від'ємному (рис. 6.9).

Головним для розуміння проблеми ксерофілізації міського середовища і його впливу на інтродуковані в озеленення дерева є висновок, зроблений С.І. Радченком на основі багаторічних досліджень (1963) про те, що вищі рослини пристосовані до від'ємного температурного градієнта, тобто до такого температурного режиму, при якому температура

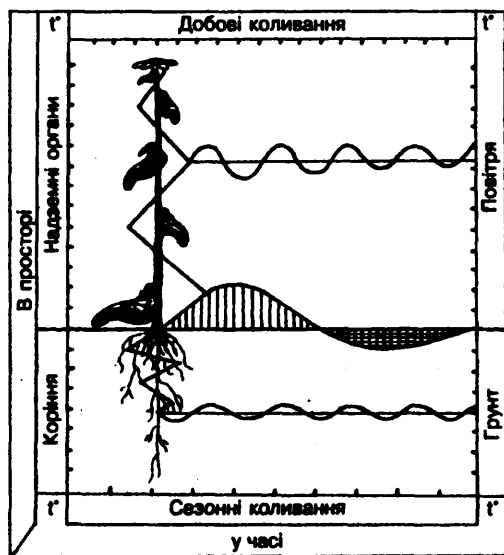


Рис. 6.9. Схема взаємозв'язку градієнтів в часі і просторі (за Радченком, 1966).

грунту в сонячній літній день (в період визрівання рослини) повинна бути на 3–8°С нижчою від температури повітря. Ігнорування цієї вимоги, на думку автора, сприяє передчасному фізіологічному старінню, а потім і виродженню рослин.

Численні роботи про передчасне старіння і відмирання міських зелених насаджень, як правило, не розкривають комплексу причин цих негативних явищ, які стоять на шляху успішної інтродукції й озеленення. Викладений С.І. Радченком матеріал стосовно вивчення температурних градієнтів, взятий в основному з польового рослинництва. Однак ці узагальнення корисні і для міського рослинництва, тобто озеленення, в умовах якого деревні рослини часто розвиваються під впливом додатного вертикального градієнта.

С.І. Радченко розробляє також теорію горизонтальних температурних градієнтів середовища і рослини, під якими він розуміє різницю температур між обраними точками на одному горизонтальному рівні (теплова “мозаїка”).

Дійсно, якщо взяти міські ґрунти, то вони залежно від механічного складу, фізичних властивостей, наявності вологи, щільності, типу фітоценотичного покриву, присутності антропогенних джерел теплової енергії, виявляють широкий спектр теплової “мозаїки”. Горизонтальний тепловий градієнт виявляє свою “мозаїчність” завдяки різниці температур між окремими органами як у підземній, так і в надземній частині. *Горизонтальні температурні градієнти, як і вертикальні, бувають від’ємними, нульовими і додатними.*

Формули аналогічні тим, за якими обчислюють вертикальні градієнти:

$$ТП_r = \pm(t_2 - t_1)^\circ\text{C} \text{ або } ТП_r = \pm(t_2 - t_1)^\circ\text{C},$$

де $ТП_r$ — горизонтальний градієнт повітря; $ТП_r$ — горизонтальний градієнт ґрунту; $t_2 - t_1$ — різниця температури між вимірюваними точками t_2 і t_1 .

Горизонтальний градієнт органа рослини ($ТР_r$) розраховують за формулою

$$ТР_r = \pm(t_2 - t_1)^\circ\text{C}.$$

Інтродуковані у міське озеленення деревні рослини постійно відчувають на собі вплив горизонтальних градієнтів. Перебуваючи поряд з лункою, до якої висаджено дерево, перегріті асфальт або бетон не можуть не впливати разом з вертикальним температурним градієнтом на перегрів стебла і коріння дерева. Деревя, висаджені вздовж глухих стін, крім тепла, які вони отримують внаслідок прямої сонячної радіації, “підігріваються” ще й відбитим від цих стін теплом. Внаслідок цього прискорю-

ються початок і закінчення вегетації. У вуличних посадках, зорієнтованих, наприклад, у напрямку захід—схід, південна сторона крон дерев ряду, який прилягає до забудови, завжди більше нагріта, ніж північна, що також впливає на тривалість вегетації.

Вивчення впливу температурних градієнтів середовища як вертикальних, так і горизонтальних на рослину необхідне для управління фізіологічними процесами, які відбуваються у рослинному організмі в екстремальних умовах урбогенного середовища. Зрозуміло, що температурні градієнти проявляються у певних просторово-часових зв'язках і розвитку. Тому важливою є розробка С.І. Радченком загальних параметрів температурного градієнта, які вимірюються величиною (тобто простором), мінливістю (або розвитком) і знаком (або напрямком розвитку). Дійсно, градієнт у своєму русі, або розвитку, змінюється в часі. На схемі (рис. 6.9) мінливість надземних і підземних його частин показана вертикальною синусоїдальною кривою. Вона свідчить про те, що градієнт неоднорідний за висотою і підлягає впливу добових коливань температури повітря і ґрунту, а також сезонної ритміки температури.

6.3. ПОЛЮТАНТНО-ЗАБРУДНЮВАЛЬНИЙ ФАКТОР

6.3.1. Забруднення атмосферного повітря

Людство з давніх-давен забруднювало атмосферу (згадаймо хоча б підсічно-вогневе землеробство). Тому сьогодні тяжко робити якісь порівняння зі сучасністю. Крім того, існує потужне природне забруднення повітряного океану вулканічними викидами, пиловими бурями тощо. В табл. 6.24 наведено концентрацію деяких газів у “відносно чистих” і “відносно забруднених” шарах тропосфери.

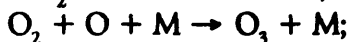
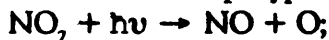
Таблиця 6.24

Концентрація деяких газів у відносно “чистому” і “забрудненому” повітрі (Сміт, 1985)

Газ	Чисте повітря, мкг/м ³	Забруднене повітря, мкг/м ³
Вуглекислий газ	57,6*10 ⁴	72,0*10 ⁴
Чадний газ	115	46-80,5*10 ³
Метан	920	1533
Закис азоту	450	?
Двоокис азоту	1,9	376
Озон	39	980
Двоокис сірки	0,5	524
Аміак	7,0	14,0



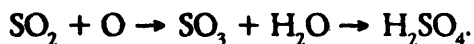
Основним джерелом атмосферних забруднень міст є промислові підприємства, теплоелектростанції, спалювання сміття й опалювання приміщень. Викинуті в атмосферу промислові чи транспортні відходи беруть активну участь у багатьох хімічних взаємодіях, деякі з них виступають у ролі каталізаторів. Одна із таких реакцій призводить до утворення озону. Вона відбувається в умовах фотохімічного розщеплення двоокису азоту при високих температурах у двигунах автомобілів:



де $h\nu$ — постійна Планка, ν — частота випромінювання; M — каталізатор.

Озон є надзвичайно активним газом і бере участь у багатьох реакціях, які призводять до утворення фотохімічних смогів. До утворення смогу веде й водяна пара, яка виділяється при спалюванні нафти, газу або бензину і вступає в реакцію.

Значний вплив на формування метеорологічних умов у місті має утворення сірчаної кислоти із SO_2 . З урахуванням проміжних реакцій цей процес можна записати таким чином:



Сірчана кислота як високо гігроскопічна часто є причиною зменшення прозорості атмосферного повітря та утворення туману.

В атмосферному повітрі перебігають сотні хімічних реакцій, які деколи мають ланцюговий характер. Однак не менш шкідливими є інші джерела утворення аерозолей — сажа, шматочки попелу, абразивний пил і багато різноманітних газоподібних продуктів промислових процесів.

У великих містах заходу України загазованість шкідливими газами невелика, нижче допустимої норми, проте поблизу деяких підприємств вона може перевищувати її. Кількість викидів шкідливих речовин в атмосферу становить, тис.т./рік: Львів — 119,6; Рівне — 82,7; Тернопіль — 43,2; Луцьк — 8,5.

Найвищим рівнем забруднення повітряного басейну вирізняється Львів, який приблизно в 4 рази (за кількістю населення) більший від зазначених міст. Із 119,6 тис.т./рік викидів від стаціонарних джерел і транспорту тверді речовини становлять 7,2 тис.т./рік, сірчистий газ — 3,7 тис.т./рік, вуглекислий газ — 79,8 тис.т./рік, окиси азоту — 7,1 тис.т./рік. Вклад автотранспорту в сумарний викид шкідливих речовин становить 76,6–83,3%, причому вони в основному рівномірно розподілені по всій території. Характер зменшення забруднення повітря залежить і від відстані до краю дороги.

Найсприятливіша екологічна ситуація щодо забруднення атмосферного повітря виявлена у Тернополі, де незабруднена ліхеноіндикаційна зона майже суцільним поясом простягається зі заходу на схід через центр міста.

В Івано-Франківську, Луцьку і особливо в Рівному атмосферне повітря є більш забрудненим. Дані ліхеноіндикаційних досліджень комплексної зеленої зони Рівного свідчать про масштаби негативного впливу викидів в атмосферу шкідливих речовин (особливо сірчаного ангідриду, сірчаної кислоти, фтористих сполук (ВО "Азот") на живі організми, які зростають у місті.

Ліхеноіндикаційні дослідження у Львові і його приміській зоні дали змогу встановити (Кучерявий та ін., 1989), що у щільно забудованій Львівській улоговині (старе місто) І.А.Ч.=0–2, де трапляються лише токсикотолерантні лишайники-індикатори кислого забруднення атмосферного повітря. Власне в цій зоні найбільше деревних насаджень, які належать до III і IV ЕФП з їх сухим мікрокліматом. Середньозабрудненими зонами (І.А.Ч.=2–4) є райони промислової і транспортної забудови більшої частини Полтвинської улоговини і західної частини Білогорсько-Ряснянської рівнини, де кількість видів епіфітів на форофітах вуличних насаджень коливалась від 1 до 4. Тут відсутні кушисті та листуваті лишайники, характерні для природних фітоценозів околиць Львова. Зате значним проективним покриттям характеризуються головним чином епіфіти еутрофікованої кори. В цій зоні також багато деревних насаджень I і II ЕФП, які часто відрізняються невисокою життєвістю.

Необхідно відзначити, що рівень життєвості деревних рослин, за нашими спостереженнями, такий: Львів–Рівне–Івано-Франківськ–Луцьк–Тернопіль, що певною мірою відповідає рівню атмосферного забруднення цих міст. Для вивчення впливу атмосферного забруднення на якість життя міських рослин потрібні більш поглиблені дослідження.

Більшість робіт, присвячених забрудненню атмосферного повітря і його впливу на деревні рослини, в основному пов'язана з техногенними впливами промислових центрів або окремих підприємств. Впливи урбогенних комплексних атмосферних забруднень, де часто тверді речовини (пил, сажа), а також компоненти вихлопних газів автомобілів і викиди ТЕЦ займають абсолютну більшість викидів, вивчені слабо.

З урахуванням негативної дії пилу, який зумовлює додатковий нагрів повітря і перегрів листкової пластинки деревної рослини, досліджена залежність між рівнем запиленості повітря і загальним показником життєвості (Кучерявий, 1981). Високий рівень життєвості виявлений у деревних рослин, які зростають у районах Львова, де відсоток озеленення ста-

новить 55–100%. У сквері за Оперним театром, де рівень запиленості становить $0,789 \text{ мг/м}^3$, загальний показник життєвості був задовільним, а на вул. Б. Хмельницького, де він перевищував 1 мг/м^3 , — незадовільним.

Зрозуміло, що поряд з пиловим забрудненням тут присутні і шкідливі гази, але все ж головний негативний вплив на деревні рослини чинить пил. За даними (Машинський, 1973; Ворон, 1983), пил і сажа сильно ослаблюють газообмін, процеси дихання й асиміляції, які в умовах III і IV ЕФП вже й так загальмовані перегрівом ґрунту та повітря. *Забруднення повітряного басейну міст безпосередньо впливає на прискорення процесів старіння і відмирання міських та приміських насаджень.*

Порівнюючи дані життєвості насаджень на території асфальтобетонного заводу, заводу автотранспорту і парку “Погулянка” у Львові, а також хід листопаду дев’яти деревно-чагарникових порід (Кучерявий, 1981), встановили, що в рослинах, які знаходяться в зоні викидів підприємств, фенофаза початку пожовтіння листя зсувається приблизно на 10–26 днів у бік прискорення порівняно з парком. Водночас, за результатами фенологічних спостережень можна побачити, що умови загазованості та запиленості добре переносять верба біла, тополя канадська, ясен зелений, яблуня звичайна, смородина чорна, бузок звичайний; задовільно — клен гостролистий і горобина звичайна; погано — кінський каштан. Першу групу рослин можна рекомендувати для озеленення підприємств з підвищеним рівнем атмосферних викидів. Порівнюючи рівень озеленення території асфальтобетонного заводу (5–10 %) і заводу автотранспорту (25–30%), доходимо висновку, що невеликі ділянки і окремо стоячі дерева більш чутливі до шкідливого впливу пилу і газів, ніж масиви. Дане твердження узгоджується з висновками В.С. Ніколаєвського (1979), а Л.Б. Лунц (1952) пояснює це вентиляючою здатністю великих ділянок зелених насаджень. Чергуючи навколо точок викиду шкідливих газів насадження з відкритими ділянками, можна значно підсилити провітрювання території у вертикальному напрямку. Тому не можна погодитися з К. Яковлевіч-Матецькісом (1967), який вважає, що деревно-чагарникові насадження внаслідок їх вітрозахисних і газостримуючих властивостей не слід висаджувати в межах території промислових підприємств.

Скорочення тривалості вегетаційного періоду в насадженнях III і IV ЕФП, яке фіксуємо фенологічними спостереженнями, пов’язане не тільки з ксерофілізацією середовища, але і його забрудненням. Відомо, що пошкодженню кислими газами (концентрація їх завдяки високій інтенсивності руху автотранспорту в районах щільної забудови є значною) в першу чергу підлягають асиміляційні органи — листки (Ількун, 1978). Слабо

пошкоджуються або не пошкоджуються зовсім черешки і жилки листків, зелені пагони, розвинуті квітки, бруньки, тобто органи, які не беруть помітної участі у фотосинтезі (Ніколаєвський, 1979). Помітне поліпшення життєвості деревних рослин спостерігається далеко від транспортних магістралей, де рівень забруднення зменшується.

Фенологічні дослідження, а також оцінка стану деревних рослин дає змогу встановити відповідність рівня інтенсивності транспортних потоків вулиць і загального показника життєвості дерев (табл. 6.25).

Високий рівень забруднення транспортних магістралей не лише негативно впливає на скорочення площі асиміляційного апарату і тривалість його дії, але і внаслідок виникнення на листових пластинках некротичних плям і зміни пігментації на декоративні якості рослин.

Оскільки головними забруднювачами повітряного басейну м. Львова є окис вуглецю — 66%, окиси азоту — 6%, сірчистий газ — 3%, то особливо увагу необхідно звертати на дію цих інгредієнтів на деревну рослинність. На жаль, у даний час ще немає об'єктивних показників стійкості рослин до кислих газів. Запропоновані рядом авторів показники (кількість окислюваних речовин, вміст аскорбінової кислоти, водозатримна здатність та ін.) лише опосередковано характеризують інтенсивність метаболізму, газообміну і пов'язану з ними газостійкість (Ніколаєвський, 1979).

Таблиця 6.25

Рівень загазованості вулиць автотранспортом і життєвість вуличних насаджень м. Львова (1988–1989 рр.)

Категорія інтенсивності транспортних потоків і назва вулиць	Інтенсивність потоку, авт./год	Концентрація окису вуглецю, мг/м ³	Відповідність ГДК	Загальний показник життєвості
I	500-1200	25-48	Перевищує в 5-10 разів	
Шевченка				Незадов.
Городоцька				Незадов.
Хмельницького				Незадов.
Личаківська				Задов.
Курмановича				Незадов.
Зелена				Задов.
II	до 500	25	Перевищує в 5 разів	
Коперніка				Задов.
Тургенева				Добрий
Патона				Добрий
III	150-350	5-10	Перевищує в 1-4 рази	
Сяйво				Добрий
Залізнична				Добрий
Індустріальна				Добрий

Слід брати до уваги, що в дії, наприклад, сірчистого газу на рослину є багато схожих рис з діями інших екологічних факторів: посуха, засолення, іонізуюча радіація та ін. (Ніколаєвський, 1979), що ускладнює встановлення пріоритетів негативного впливу на деревні рослини. Механізм токсичної дії кислих газів, на думку автора, полягає в неспецифічному порушенні діяльності багатьох ферментів у клітинах внаслідок підкислення і зміни іонного режиму, метаболізму та накопичення баластових і, можливо, токсичних продуктів, у руйнуванні фотосинтетичних структур, в порушенні електронно-транспортних міграцій енергії від пігментів до центрів їх користування.

До діагностичних ознак належать: а) *ступінь пригнічення фотосинтезу рослин*; б) *швидкість наступу і тривалість активізації фотосинтезу та швидкість пригнічення фотосинтезу слабкими концентраціями газу*; в) *ступінь руйнування пігментів*; г) *ступінь зміни активності ферментів (каталазу і пероксидази)*; д) *активізація дихання*; е) *швидкість поглинання*; є) *летальна межа накопичення сульфату*.

В умовах підвищеної ксерофілізації III і IV ЕФП слід враховувати комплексну дію на деревні рослини таких екологічних факторів, як посуха й інтоксикація. Справа в тому, що ослаблені газами листки відрізняються пониженою посухостійкістю і швидко відмирають в умовах утрудненого водопостачання (Кулагін, 1964), що, природно, перешкоджає визначенню причини некротизації та передчасної дефоліації.

6.3.2. Забруднення ґрунтів важкими металами

Одним з показників забруднення атмосфери газами і пилом є скупчення важких металів у ґрунтах і рослинах. У вітчизняній та зарубіжній літературі особлива увага приділяється забрудненню ґрунтів і рослин оловом, головним чином поблизу міських і заміських автомагістралей, а також іншими елементами: цинком, міддю, молібденом, кадмієм.

У профілях антропогенізованих ґрунтів (парки, сквери, газони, квітники) спостерігаємо не лише морфологічні, але й фізико-механічні зміни, в тому числі збільшення кількісного складу важких металів (табл. 6.26).

Як свідчать результати досліджень, найпомітніше в міських ґрунтах акумулюються цинк, олово, мідь, менше — хром. Вони зосереджуються головним чином у верхньому шарі ґрунту на глибині 0–5 і 5–10 см. Найвищий рівень концентрації у поверхневому шарі (0–5 см), на глибині 20–25 см, а також 70–80 см він близький до нормального. Найвиразніше проявляється забруднення по всьому профілю в ґрунтах тих насаджень, які розміщені поблизу полотна автомагістралі (олова — в 5 разів, цинку — в 3,7).

Наявність важких металів у міських і лісових ґрунтах м. Львова, мг/кг

Глибина розрізу профілю, см	Наявність важких металів			
	Узбічна смуга	Сквер	Парк	Лісопарк
	Олово			
0-5	151,4	61,5	19,7	17,2
5-10	141,6	42,3	19,7	17,2
10-20	89,3	35,1	19,5	17,2
20-25	71,1	34,6	19,1	17,2
70-80	29,5	20,2	19,0	17,2
	Цинк			
0-5	331,4	145,3	46,2	33,4
5-10	297,2	145,3	45,8	33,3
10-20	193,4	121,8	43,0	32,1
20-25	148,8	109,4	42,1	32,0
70-80	89,1	74,5	42,0	32,0
	Хром			
0-5	47,2	38,2	17,6	14,3
5-10	41,9	35,4	18,9	15,1
10-20	32,4	25,6	19,0	15,2
20-25	28,3	24,1	17,5	13,7
70-80	28,0	25,2	15,1	12,0
	Мідь			
0-5	67,7	35,3	5,3	4,2
5-10	63,1	33,1	5,3	4,0
10-20	49,3	24,7	5,8	4,1
20-25	41,6	21,2	5,4	4,2

У верхніх шарах (0–5; 5–10 см) найвищою виявилась концентрація цинку — близько 300 мг/кг в узбічній смузі, але вже на віддалі 25 м від неї вона була вдвічі менша, а в парку — у 8 разів (майже так, як і в лісі). Значна концентрація олова у верхніх шарах ґрунту узбічної смуги (140–150 мг/кг), що у 8–9 разів перевищує її рівень у паркових і лісових ґрунтах. Концентрація міді становила близько 65 мг/кг, а хрому — 45 мг/кг, або відповідно в 15 і 3 рази більше, ніж у контролі (у лісі).

Хром акумулюється головним чином у верхніх шарах ґрунту газонів узбічної смуги і скверу, концентрація його в нижніх шарах незначна, є глибокою до незабруднених ґрунтів парку і лісу.

Концентрація заліза, магнію і молібдену у міських лісах набагато менша, ніж олова, цинку і міді (табл. 6.27; 6.28).

Наприклад, кількість магнію у всіх горизонтах профілю коливається в межах 300–400 мг/кг і є близькою до лісових ґрунтів. Верхні шари міських ґрунтів, особливо узбічної смуги, помітно забруднені залізом (11,2–13,5 тис. мг/кг) і молібденом (1,92–2,63 мг/кг), або відповідно в 2,9 і 2,3 більше, ніж лісові.

Наявність заліза, молібдену і магнію в міських ґрунтах
(вул. Личаківська у м. Львові), мг/кг

Глибина розрізу профілю, см	Наявність важких металів			
	Узбічна смуга	Сквер	Парк	Лісосмуга
Залізо				
0-5	13500	11200	5600	5200
5-10	10200	9600	7200	5200
10-20	12150	10500	7500	7250
20-25	13550	10700	9600	8500
70-80	95000	8900	7800	12000
Магній				
0-5	420	380	420	330
5-10	390	376	302	326
10-20	350	402	255	230
20-25	315	375	220	225
70-80	305	360	243	257
Молібден				
0-5	2,63	1,92	1,12	0,97
5-10	2,45	1,47	0,94	0,86
10-20	1,91	1,44	0,91	0,90
20-25	1,54	1,35	2,18	0,88
70-80	1,33	1,78	2,22	2,41

Склад розчинених форм металів у верхніх міських ґрунтах

Метал	Кількість на глибині 0-20 см, мг/кг			
	Узбічна смуга	Сквер	Парк	Лісопарк
Олово	57,3	34,1	27,5	8,1
Цинк	92,2	39,1	33,1	11,2
Мідь	24,3	13,2	8,9	1,3

Концентрація важких металів в оточуючому середовищі крупних і великих міст відбивається на концентрації їх у рослинах. Дані, отримані внаслідок аналізу листя деревних рослин, взятих у вищеописаних точках, свідчать, що концентрація в них важких металів певною мірою відповідає їх концентрації в ґрунті (Ніколаєвський, 1979, Тарабрін, 1974 та ін.). Цьому сприяє перетворення незасвоєваних форм важких металів у засвоєвані під впливом багатьох ще слабо визначених факторів ґрунтоутворення, що відбуваються в умовах урбогенізації. Кількість засвоєваних форм важких металів відповідає їх загальній кількості, яка присутня у верхніх шарах ґрунту.

В узбічній зеленій смузі розчинені форми олова, цинку і міді концентруються не тільки у верхньому шарі, але й в нижніх (70–80 см) відповідно 21,3; 57,9; 31,2 мг/кг. Це дає змогу рослинам, насамперед деревам, споживати не лише поверхневими, але й більш глибокими кореннями.

Аналіз листя трав'яного вкриття узбічної смуги і парку дає змогу зробити висновок, що висока концентрація важких металів у ґрунті поблизу автотраси впливає на їх концентрацію в рослинах. Якщо поблизу проїзної частини кількість олова в рослинах становить 64 мг/кг, то в парку — 23 мг/кг, цинку — відповідно 44 і 23 мг/кг, міді — 47,8 і 6,6 мг/кг, тобто вона вища в 3–6 разів.

6.3.3. Життєвість міських насаджень

Умови зростання зелених насаджень у містах негативно впливають на життєвість деревних, чагарникових, трав'яних рослин. У міських посадках можна спостерігати величезне різноманіття захворювань рослин. По-перше, це *неінфекційні хвороби*, які виникають під впливом несприятливих факторів зовнішнього середовища: а) хвороби, зумовлені впливом метеорологічних факторів (вітер, блискавки, низькі чи високі температури); б) хвороби, зумовлені несприятливими ґрунтовими умовами; в) хвороби, що виникають під впливом антропогенних факторів (пошкодження викидами промисловості та транспорту, різноманітні механічні пошкодження). По-друге, це *інфекційні хвороби*, збудниками яких є хвороботворні гриби та комахи. Несприятливі умови міського середовища негативно впливають на розвиток морфологічних органів дерев (рис. 6.10).

Зелені насадження відіграють в умовах атмосферного забруднення міста роль біофільтра (рис. 6.10). Спочатку в клітинах листової пластинки відбувається накопичення забруднювача, біохімічна детоксикація, яка завершується некрозами і часто загибеллю рослини.

Екологічні дослідження, проведені у Казані кафедрою охорони природи місцевого університету у 80-х роках, свідчать, що зелені насадження страждають не лише від несприятливих факторів міського середовища, але й від поганого догляду. З'являється суховершинність, всихання листя крони, утворення напливів на стовбурі. Метеорологічні фактори (температура, надлишок сонячного освітлення) зумовлюють утворення морозобоїн, опіків на стовбурах дерев.

Слід особливо виділити *механічні пошкодження дерев*, які наносять їм люди і транспорт. Найчастіше трапляються такі пошкодження, як порізи крони, розщеплення і надломи стовбура, обламання гілок, використання стовбурів дерев для різних вказівників, табличок, а також як опори при



будівельних роботах. Загальний відсоток механічних пошкоджень дерев в Казані сягає 40%, а в окремих районах — 64%. Особливо багато пошкоджених дерев на вулицях із інтенсивним рухом транспорту (до 100%).

Багато шкоди здоров'ю дерев завдає некваліфікована їх обрізка. В окремих випадках дерева гублять 70—90% крони, деколи залишається один стовбур. Все це веде до втрати деревами декоративності, вони пізніше вкриваються листям. Особливо страждають від обрізки клен гостролистий, клен-явір, ясен звичайний, каштан кінський, дуб звичайний.

Відзначимо, що в містах, де місцеві органи влади приділяють більше уваги догляду за деревами, стан здоров'я та декоративність дерев не викликають турботи. В недалекому майбутньому у Києві, за спеціальним рішенням міськвиконкому з метою збереження зелених насаджень та їх відновлення, братиметься плата за кожне зламане або загине в процесі будівництва дерево.

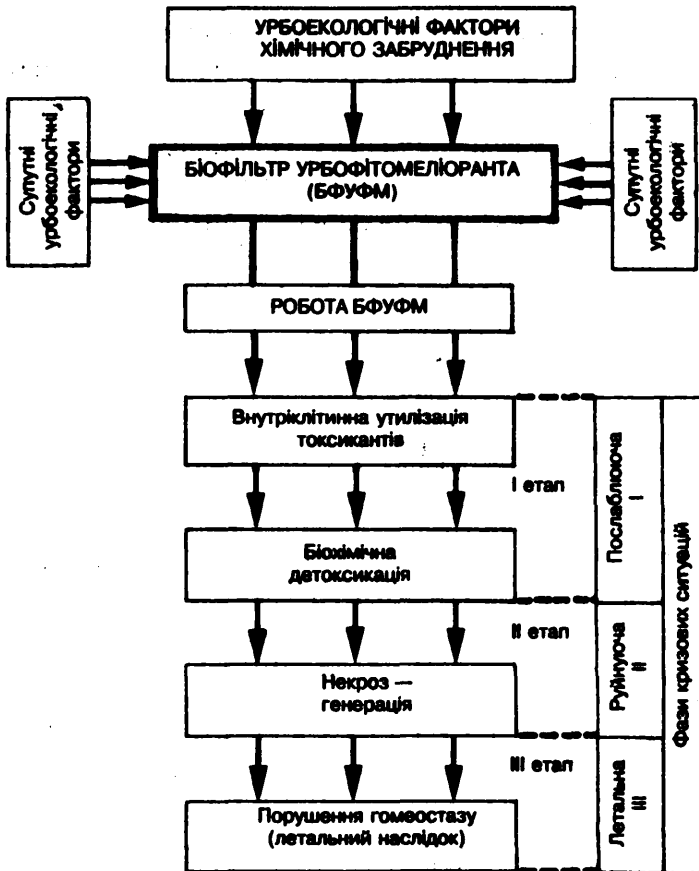


Рис. 6.10. Схема дії біофільтру.

Обстежуючи міські зелені насадження, виявили численні інфекційні захворювання, зумовлені паразитичними грибами, серед яких поширені деревноруйнівні, що сприяють утворенню різноманітних гнилей: лускуватий трутовик, строкато-жовтий трутовик, березова губка, шизофіліум, неправдивий дубовий трутовик, церрена однобарвна, трутовик піноутворюючий.

Крім деревноруйнівних грибів, виявлені чорна плямистість листя, некроз кори гілок клена. Листя дерев і чагарників часто пошкоджується іржастими грибами (тополя бальзамічна, троянди). У різних типах міських зелених насаджень формування мікрофлори відбувається по-різному. Наприклад, вуличні посадки, насадження скверів і парків відрізняються видовим складом мікрофлори і ступенем поширення окремих збудників хвороб. Фітопатогенні гриби активно розмножуються у паркових насадженнях і дуже слабо у вуличних посадках. Однією з причин таких відмінностей є неоднакові мікрокліматичні умови. Загущені паркові посадки з їх підвищеною вологістю повітря сприяють розвитку мікофлори, і навпаки, сухе повітря міських площ і вулиць, а також його добра провітрюваність згубно впливають на розвиток спор грибів, знижуючи інтенсивність патогенних видів. Наприклад, у вуличних посадках пошкодженість у середньому становила 6%, в садах і скверах — 10%, а у великих парках — 32-35%.

За даними спостережень, у місцях з найвищим відсотком механічних пошкоджень і поганим доглядом збільшується і фітопатологічна пошкодженість.

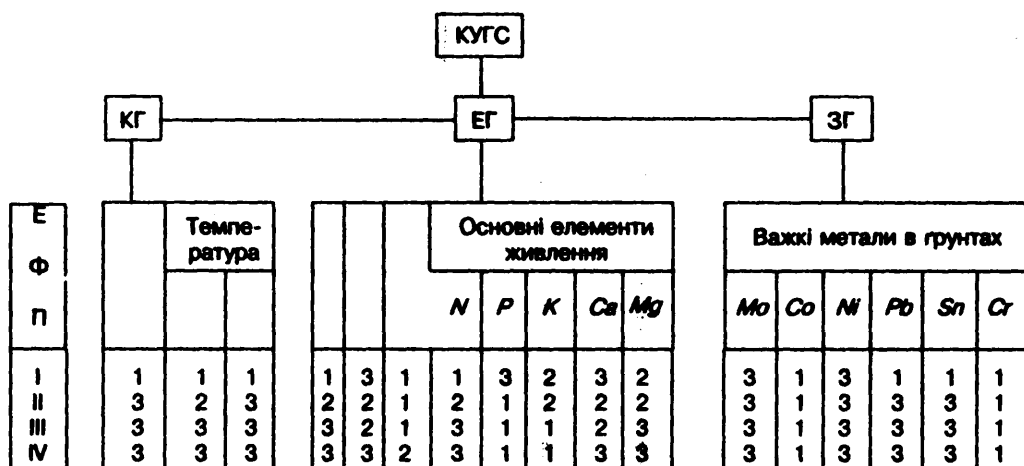


Рис. 6.11. Схема формування КУГС та його оцінка:

КГ — кліматичний градієнт; ЕГ — едафічний градієнт; ЗГ — збудниковий градієнт; бали: 1 — добрі умови, 2 — середні умови, 3 — негативні умови.

Можна з усією вірогідністю стверджувати, що життєвість зелених насаджень великого міста залежить від дії *комплексного урбогенного градієнта середовища*, який включає в себе характерні особливості едифотопу, кліматопу та забруднення довкілля поллютантами.

Градiєнтний аналіз підтвердив вплив урбогенних факторів міського середовища на ксерофілізацію кліматопу та алкалізацію едатопу, а також на їх техногенне забруднення. Виходячи з цього, виділяють (Курницька, 2001) групу найзначніших (з огляду на нормальний онтогенез деревних рослин) показників, які формують КУГС (рис. 6.11.).

За переважаючою більшістю досліджуваних показників умови лісопарку і міського парку є сприятливими для нормального росту і розвитку рослин та насаджень, в той час як у сквері і на вулиці частіше створюється негативне середовище для їх зростання.



7

МІСЬКІ БІОЦЕНОЗИ

7.1. ФІТОЦЕНОЗИ МІСТА І ПРИМІСЬКОЇ ЗОНИ

7.1.1. Антропогенізація і синантропізація фітоценотичного покриву

Беручи до уваги, що біогеоценоз — це екосистема в межах фітоценозу, розглянемо окремо цей автотрофний блок. *Фітоценоз — це рослинне угруповання, історично складена сукупність видів рослин, що існує на території з більш-менш однотипними кліматичними, ґрунтовими та іншими умовами. Характеризується певним видовим складом, структурою та взаємодією рослин між собою і з зовнішнім середовищем.* Фітоценоз постійно перебуває в розвитку під впливом зовнішніх факторів середовища, передусім його сусідів по біогеоценозу — тварин і мікроорганізмів. Вплив людини *приводить до заміни природних фітоценозів культурними.*

- Дійсно, антропогенізація природних ландшафтів, зокрема, індустріальні форми господарювання, є потужним фактором зміни рослинного покриву в межах міст і приміських зон. Серед крупних міст України корінні (умовно корінні) лісові угруповання не виявлені, хіба що у Києві (Голосіївський парк) та у Львові (парки Залізна Вода, Погулянка). Рідко вони трапляються поблизу міської межі. На їх місці в теперішній час проростає лугова (суходільна) і агрокультурна рослинність. Елементи природної рослинності можна ще зустріти і в чистих водоймах, а також у прибережній зоні з її типовими болотними і луговими ценозами. В окремих містах

місцями трапляються фрагменти цих типів рослинності, але в основному вони ще збереглися в приміських зонах.

Господарська діяльність в приміській зоні міста перетворила природні територіальні комплекси, і сьогодні кожному із функціональних сільськогосподарських ландшафтів відповідає один або декілька типів *агрофітоценозів*, зокрема, зернових і просапних культур, в кожному з яких розвивається свій характерний тип сеgetальної рослинності. *Помологічні* фітоценози відрізняються за своїм складом і структурою: плодови, ягідні, плодово-ягідні, плодово-овочеві. В кожному з них розвиваються характерні популяції *сеgetальних* і *рудеральних* рослин. Особливості агротехніки формування фітоценозів є передумовою заростання їх специфічними бур'янами. Різним є функціональне використання *пратоценозів*: болотні часто не скошуються, свіжі і вологі луки використовуються як сінокосні, свіжі — як пасквіальні (пасовищні). Останні завдяки тваринним екскрементам є місцями заростання характерною рудеральною рослинністю. Місцями концентрації, а далі переміщення спонтанних видів рослин є також ландшафти виробничих зон господарств, особливо ферми і тваринні двори, машинно-тракторні стани.

Найбільші зміни природних умов зростання відбулися в містах, де в процесі формування *урбанізованих, індустріальних, комунально-стрічкових* і *девастрованих* ландшафтів практично повністю витіснено природні рослинні фітоценози, змінено умови місцезростань. Ці процеси матимуть віддалені, часто непередбачувані наслідки. В містах та інших населених пунктах, якщо не враховувати охоронних територій, наявні в основному регульовані *культурфітоценози*, а також саморегульовані рослинні угруповання, представлені *рудероценозами* (табл. 7.1).

Таким чином, межа між автогенетичною і антропогенетичною рослинністю проходить через пратоценоз, який прийшов на зміну сільвоценозу й агроценозу. Саме в агроценозі з'являються антропофіти, залучені людиною, і ті, які ростуть всупереч її волі — сеgetальні види (берізка, волошка, мак). Впровадження сеgetальної рослинності в природні ландшафти можна назвати процесом просинантропізації, який є провісником нинішньої антропофітної рослинності.

Подальші процеси антропогенізації, що пов'язані з урбанізацією і порушенням місцезростань, ведуть до появи рудеральної рослинності. Виділені три характерні групи рудероценозів: *сингеніценози* (первинні угруповання кар'єрів або повністю еродованих земель), *проценози* (тимчасові рослинні угруповання в рудеральних місцезростаннях — звалища, смітники, стоси торфокомпостів, будівельні майданчики та ін.) і *автоге-*

Питома маса фітоценотичного покриву в межах сельбищної зони м. Львова

Території	Питома маса вегетуючої і водн. поверхні до території сельбищної зони, %	Частка ценозів у вегетарійному покриві, %						
		силь- вок- нози	пра- ток- нози	фру- ток- нози	агро- цено- зи	стри- нок- нози	румя- нок- нози	помо- ло- ценози
Історичний центр	4,5	—	95	—	3	—	2	—
Забудова XVIII-поч. XX ст.	17,1	—	70	4	5	3	11	7
Малоповерхова забудова	72,5	—	2	10	42	2	5	40
Багатоповерх- ова забудова	39,4	4	53	3	4	2	32	2
Промислова забудова	2,5	—	47	—	2	4	59	—
Аеропорт	5,0	3	43	7	2	2	40	3
Залізниця	2,5	—	12	3	2	7	75	1
Дороги	3,0	1	5	2	2	1	90	—
Стадіони	48,0	3	75	5	2	5	10	—
Парки	98,0	80	6	3	2	1	7	1
Садово-городні ділянки	90,5	—	1	5	60	1	3	30

ноценози (саморегульовані рослинні угруповання). Останні — завершаюча стадія стабілізації і пристосування рудероценозу до несприятливих урбоекотологічних умов. Ці три стадії становлення рудеральної рослинності є процесом *синантропізації*, який являє собою не що інше, як адаптацію популяцій в урбоекотогенезі та спонтанну селекцію стійких видів і їх угруповань в умовах урбоекотобіоти. На зміну стабільним природним екосистемам приходять змінені — рудеральні, які поки що подібні до природних лише одним — стабільністю і динамічністю, однак не мають інших якостей — ландшафтоформувальних, захисних і естетичних (рис. 7.1).

До складу синтаксонів синантропної рослинності, наприклад, Львова, адвентивні (заносні) види входять у незначній кількості. З них лише чорнощир нетреболистий (*Cyclachaeana xanthifolia*) і полин однорічний (*Artemisia annua*) є діагностичними видами асоціацій, надто поширених на порушених землях. Ряд видів — злинка канадська (*Erigeron canadensis*), щиреця загнута (*Amaranthus retroflexus*), хамоміла запашна (*Chamomilla suaveolens*) трапляються зрідка в угрупованнях рудеральної і сегетальної рослинності. Одиначно відзначені в угрупованнях синантропної рослинності нагідки лікарські (*Calendula officinalis*), повитиця південна (*Cuscuta australis*), соняшник сивуватий (*Helianthus subcanescens*), галінсога війча-

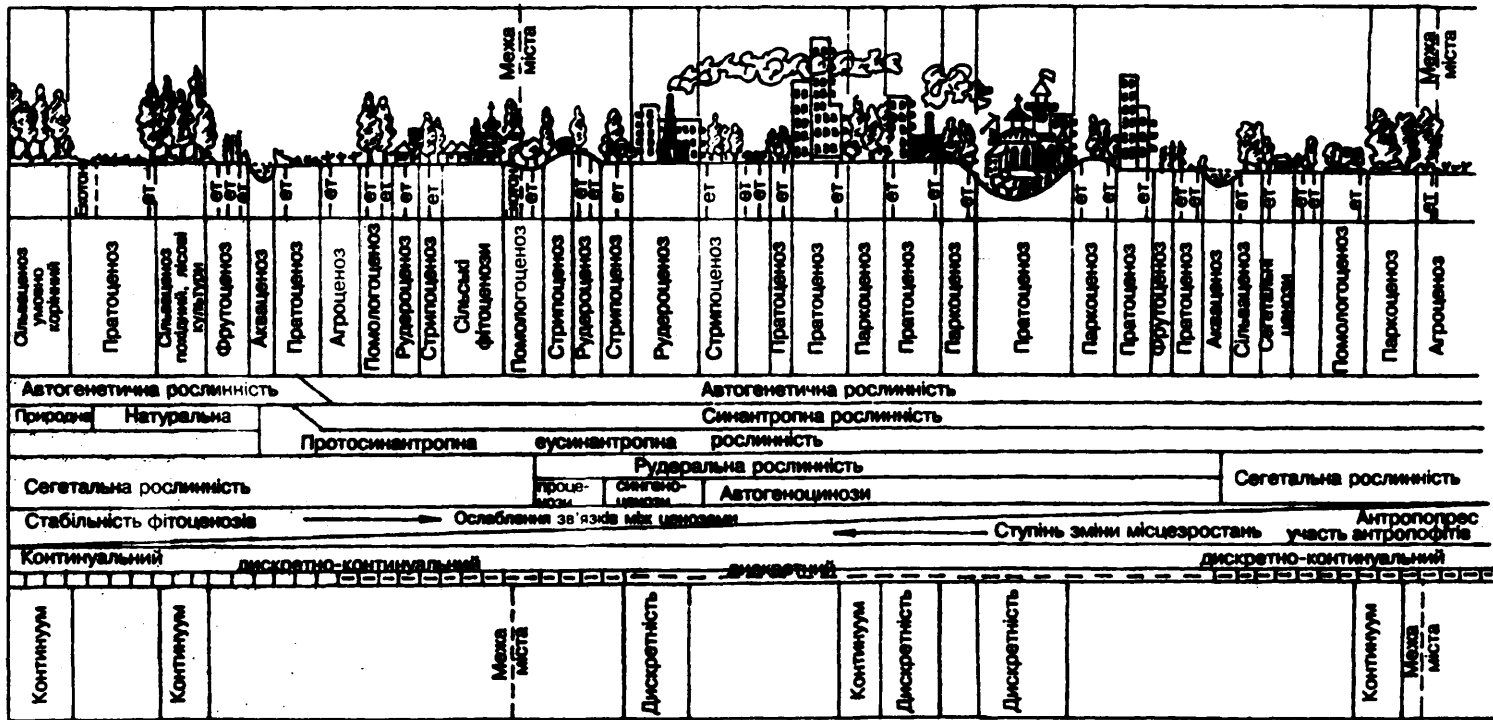


Рис. 7.1. Схема антропогенізації рослинного покриву міста.

ста (*Galinsoga ciliata*), галінсога дрібноцвіта (*G. parviflora*), розрив-трава залозиста (*Impatiens glandulifera*), квасениця Діллена (*Oxalis stricta*), тладианта сумнівна (*Thladiantha dubia*).

Ряд видів, занесених з інших територій, внаслідок возз'єднання із суцільним ареалом їх розповсюдження слід віднести до групи поліконтинентальних. Серед угруповань сегетальної і рудеральної рослинності найбільш представлені такі: лобода біла (*Chenopodium album*), кудрявець Софії (*Descurainia sophia*), ромашка непахуча (*Matricaria perforata*), сухоребрик Льозеліїв (*Sisymbrium loeselii*), сухоребрик лікарський (*S. officinalis*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus galli*), лутига блискуча (*Atriplex nitens*), лутига розлога (*A. patula*), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris*), стокротки багаторічні (*Bellis perennis*), жовтозілля звичайне (*Senecio vulgaris*), зірочник середній (*Stellaria media*), лобода сиза (*Chenopodium glaucum*). Значно рідше в цих же угрупованнях трапляються переступень білий (*Bryonia alba*), лобода пізня (*Chenopodium filifolium*), лобода багатонасінна (*Ch. polyspermum*), лобода міська (*Ch. urbicum*), кардарія крупковидна (*Cardaria draba*), мак снотворний (*Papaver somniferum*), резеда жовтенька (*Reseda luteola*), сухоребрик високий (*Sisymbrium altissimum*), паслін чорний (*Solanum nigrum*), золотушник звичайний (*Solidago virgaurea*), вероніка персидська (*Veronica persica*). Розглянемо особливості фітоценотичного покриву комплексних зелених зон міст, зокрема "лісистості", флористичного складу та просторового поширення — континуальної і дискретної структур.

7.1.2. Міська "лісистість"

Процес урбанізації супроводжується руйнуванням природного фітоценотичного покриву, заміною високої деревної рослинності низькою (культурною, сегетальною, рудеральною) з невисокими фітомеліоративними якостями. Водночас механізм гідрологічного впливу рослинного покриву на поверхневий стік і гальмування ерозійних процесів свідчить, що цей вплив буде тим більший, чим більше дерев і чагарників розташовано на одиниці площі, чим потужніша лісова підстилка і чим старший вік насадження.

Міський "ліс" — це територія міста, зайнята зеленими насадженнями, де основний масив дерев займає в середньому не менше 5,5 м²/га (Rowntree, 1984). Наприклад, "лісистість" території Львова (Скробала, 1996) коливається в межах 0,08 — 98 %, за площею переважають поверхні з "лісистістю" менше 15 % (табл. 7.2).

Просторове розташування ділянок з різними величинами "лісистості" неоднорідні (рис. 7.2). Найбільша кількість зелені зосереджена в східній

МІСЬКІ БІОЦЕНОЗИ

Таблиця 7.2

Розподіл міської "лісистості" території м. Львова

Міська "лісистість", %	Частоти	
	емпіричні	теоретичні
0	99	115,2
10	129	94,3
20	54	66,5
30	32	44,8
40	29	29,7
50	10	19,4
60	19	12,5
70	7	8,0
80	13	5,2
90	6	3,3
100	3	2,1
Сума	401	401,0

частині Львова (парк Високий Замок, Шевченківський гай, лісопарк Погулянка, Личаків), де переважають поверхні з максимальними відносними висотами. Низькими показниками міської "лісистості" характеризуються слабборозчленовані ділянки поверхонь Полтвинської і Білогорської котловин та Львівського плато. Більшість рекреаційних територій у межах міста характеризуються складним типом рельєфу, в умовах якого насадження відіграють важливу гідрологічну і протиерозійну роль.

Низькою питомою вагою зелених насаджень (2–7%) відзначаються історичний центр Львова та промислові території, високою — парки, садово-городні ділянки, малоповерхова забудова. Сучасна багатоповерхова забудова (Сихівський масив, вул. Мазепи, район Стрийського автовокзалу та ін.) також має невелику площу зелених насаджень. В умовах високої інтенсивності забудови, яка супроводжується потужним рекреаційним навантаженням, необхідні значно більші кошти на створення насаджень і догляд за ними. Існуючі насадження нових житлових районів Львова вимагають планомірного ландшафтного оформлення. У щільно забудованих районах міста (історичний центр, забудова XVIII–XIX ст.) озеленення часто є неможливим у зв'язку із специфічними умовами мікроклімату, освітленості та браком вільних поверхонь. Інтенсивна забудова на ділянках малоповерхової забудови (житлові райони Голоско, Майорівки та ін.), розташованої в складних умовах рельєфу, зумовлює необхідність проведення заходів, спрямованих на протиерозійну організацію та благоустрій території.

Гідрологічний і протиерозійний впливи насаджень залежать часто не тільки від розташування в системі міської забудови, але й від їх структури, зокрема зімкнутості. Як з рекреаційної точки зору, так і з позицій впливу на гідрологічні процеси найбільшою цінністю відзначаються насадження середньої повноти, конструкція яких сприяє розвитку другорядних синузій. Величина зімкнутості деревних насаджень Львова визначалась через відношення площі крон до площі водопроникних поверхонь (табл. 7.3).

У структурі фітоценотичного покриву міста найбільшою питомою вагою характеризуються ділянки із низькими показниками зімкнутості насаджень (0–30%), частина яких становить близько 60% території міста. Значну площу займає низька рослинність: пратоценози (організовані газони і різнотравні галявини), агроценози (овочеві, квітникові) і рудероценози, які недостатньо забезпечують ефективність гідрологічного впливу. Висока рослинність, яка представлена головним чином сільваценозами, зосереджується в основному в паркових та інших масивах і тільки незначна її кількість в районах сучасної багатоповерхової забудови.

Ряд розподілу величин зімкнутості насаджень м. Львова

Зімкнутість насаджень, %	Частоти	
	емпіричні	теоретичні
0	21	49,6
10	77	53,3
20	77	52,2
30	52	49,4
40	36	45,6
50	27	40,9
60	22	35,6
70	34	29,6
80	33	23,0
90	18	15,4
100	4	6,4
Сума	401	401,0

Висока щільність забудови, дефіцит відкритих просторів зумовлюють необхідність структурної перебудови існуючих зелених насаджень: а) збільшення питомої ваги площі з деревною та чагарниковою рослинністю; б) освоєння малофункціональних територій; в) використання деревних порід з високим індексом листової поверхні; г) інтенсивний агротехнічний догляд; д) ускладнення структури існуючих зелених насаджень та ін. Велика різноманітність підстилаючої поверхні на території Львова зумовлює різні умови формування поверхневого стоку та пов'язаних з ним непродуктивних витрат вологи. Високою потенційною небезпекою розвитку ерозійних процесів відзначається насамперед структурно-денудаційний рівень Розточчя, для якого характерні найбільші значення крутизни поверхні. Складні умови рельєфу, інтенсивний антропогенний вплив зумовлюють необхідність протиерозійної організації території міста та заходів, спрямованих на оптимізацію гідрологічних процесів.

7.1.3. Лісова та лучна рослинність

На території міст, зокрема Львова, виділено ряд лісових рослинних угруповань, які збереглися в міських парках: грабово-букові (*Carpineto-Fagetum graminosum*, *Carpineto-Fagetum caricosum (pilosae)*), вільхові (*Alnet (glutinosae)*) та ін. Вони являють собою невеликі фрагменти серед паркової рослинності і розвиваються самі. В лісопарковій приміській зоні вони зустрічаються повсюдно.

В містах дуже часто бачимо зарості дерев, які можна об'єднати в асоціації клена ясенелистого (*Acer negundo*), клена гостролистого (*Acer*

platanoides), білої акації (*Robinia pseudoacacia*) та ін., а середовище чагарникових — сливові (*Prunus spinosa*), деренові (*Cornus-sanguinea*) та ін.

Злаково-лучні рослинні угруповання розвиваються автогенно і часто мають антропогенне походження: залужування в процесі благоустрою або ж як наслідок сукцесії. Часто представлені асоціацією пажитниці подорожникової (*Lolio-Plantaginetum*). У цих угрупованнях широко представлені пажитниця багаторічна (*Lolium perenne*), подорожник великий (*Plantago major*), тонконіг однорічний (*Poa annua*), гірчак звичайний (*Polygonum aviculare*) та ін. У флористичному складі цих угруповань трапляються тільки два представники сингенетичних груп. Це характерні види класу подорожникові (*Plantaginetae majoris*), а також види із класу молінія — райграсові (*Molinio-Arhenatheretea*); кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale*), конюшини білої (*Tripholium repens*), деревію звичайного (*Achillea millefolium*), подорожника ланцетолистого (*Plantago lanceolata*), щучника дернистого (*Deschampsia caespitosa*), костриці лучної (*Festuca pratensis*) та ін. Надлишкова маса лугових видів може бути показником інтенсивності витоптування — чим більше витоптування, тим менший видовий склад лугових трав. Це часто трапляється на стадіонах з поганою організацією догляду за газонами, де в основному є подорожник, спориш і перстач. У місцях більш вологих асоціація пажитничево-подорожникова (*Lolio-Plantaginetum*) замінюється асоціацією щавелю-лисохвоста (*Rumici-Alopecuretum*). В цьому угрупованні широко розповсюджені лисохвіст колінчастий (*Alopecurus geniculatus*), перстач гусячий (*Potentilla anserina*), подорожник великий (*Plantago major*), гірчак звичайний (*Polygonum aviculare*), ситник стиснутий (*Juncus compressus*), а також спорадично окремі види, які належать до класу чередові (*Bidentetea*).

7.1.4. Рослини водойм і зволжених місцезростань

Водна рослинність. Цей тип рослинності не відіграє суттєвої ролі у фітоценотичному покриві. Трапляється вона в повільно текучих чистих водах рік. Наприклад, в р. Уж, яка протікає через м. Ужгород, водна рослинність не розвинута у зв'язку з швидкою течією, а також значним забрудненням води. В основному водяна рослинність сконцентрована в приміських ставах і озерах. Найчастіше зустрічаються рослинні угруповання, які належать до класу рдесникових (*Potametea*): водоперицево-лататтеві (*Myriophyllo-Nupharretum*), жабурниково-тілорізна (*Hydrocharo-Stratiotetum*) і плавушникові (*Hottonietum palustris*).

Водна рослинність (підводна) займає прибережну зону, поглиблюючись приблизно до 3–5 м. Ось як приблизно виглядає розташування ос-

новних угруповань Янівського озера під Львовом (від берега в бік дзеркала озера): а) виступаючі над водою — рогіз (*Typha*), очерет (*Phragmites*), стрілолист (*Sagittaria*), лататтеві (*Nymphaea*); б) занурені у воду — рдесникові (*Potamogeton*) та ін. У зв'язку з забрудненням водоймищ і їх евтрофікацією спостерігається пригноблення водної рослинності, особливо зануреної. Добру стійкість виявляє рогіз (*Typha*), угруповання якого довгий час не залишають зайняту ним територію після підсихання або заболочування водоймища.

Рослинні угруповання мулистих берегів рік і заглибин. Специфіка едотопу пов'язана з весняним або літнім паводковим розлиттям рік і утворенням мулистих або піщано-мулистих наносів. Тимчасове угруповання терофітів, яке появилось тут, має короткий період існування. Найбільш розповсюджені угруповання високих терофітів, які в основному належать до класу чередових (*Bidentetea*). Домінантами цих угруповань є гірчак земноводний (*Polygonum amphibium*) і череда трироздільна (*Bidens tripartita*), які деколи досягають висоти 1,5 м і мають вигляд буйних заростей.

В місцях, де є наноси піску і де утворюються бідніші місцезростання, формується асоціація гірчакково-лободова (*Polygono—Chenopodietum*) з незначною участю череди трироздільної (*Bidens tripartita*) і більш широким представництвом видів із класів лободові (*Chenopodietea*) і полинові (*Artemisietea*).

На берегах ставів, які відрізняються сильною евтрофікацією, розповсюджені нітрофільні угруповання класу чередові (*Bidentetea*). У місцях, де вода внаслідок обміління влітку зникає, pojawiaються угруповання однолітніх рослин: смикавець бурий (*Cyperus fuscus*), ситник розлогий (*Juncus effusus*), мулянка водяна (*Limosella aquatica*), китник колінчастий (*Alopecurus geniculatus*). Пізніше до них приєднуються види із класу чередові (*Bidentetea*) і очеретові (*Phragmitetea*), але проективне покриття цих угруповань не перевищує 40% поверхні.

Як декоративний елемент водної поверхні велике значення мають водяні квіткові рослини. Для цього використовують види, які мають широкі або розсічені листки і ефектні квіти. Одна з вимог до рослин цієї групи — це те, що вони не повинні займати великого простору водної поверхні та розміщатися щільно. Коли водна поверхня відкрита і чиста, окремі плями рослин мають естетичний і привабливий вигляд. При оформленні водного пейзажу необхідно забезпечувати постійний рівень води, оскільки небажані зниження рівня оголюють різноманітні закріплюючі споруди, що відбивається на естетичному значенні водойми.

В квітковому оформленні використовують: глечики жовті (*Nuphar lutea*), латаття біле (*Nymphaea alba*), латаття сніжно-біле (*Nymphaea candida*), жабурник звичайний (*Hydrocharis morsus-ranae*), водяний горіх плаваючий (*Trapa natans*), сальвінію плаваючу (*Salvinia natans*), рдесник плаваючий (*Potamogeton natans*), спіроделу багатокореневу (*Spirodela polyrrhiza*), плавушник болотний (*Hottonia palustris*), пухирник малий (*Utricularia minor*), пухирник звичайний (*Utricularia vulgaris*), виринницю весняну (*Callitriche verna*), виринницю двостатевою (*Callitriche hermaphroditica*).

Крім водної, квіткова прибережно-водна рослинність утворює насичені колоритні і художні образи водних секторів. Вона особливо сприяє урізноманітненню фарб і підсиленню відображень на водній поверхні. Розміщені безпосередньо біля берега квіткові групи різних кольорів красиво відбиваються у водній поверхні, надають пейзажу ще більшого естетичного значення.

Рослинні угруповання заболочених місцевостей. Представлені чисто очеретяними заростями. Групується по берегах ставів, старих русел і повільно текучих рік. Угруповання з класу очеретові (*Phragmitetea*) трапляються у всіх зелених зонах міст, найбільш поширені комишево-очеретові (*Scirpo—Phragmitetum*), очеретянка звичайна (*Phalaroides arundinacea*), осока гостра (*Carex acuta*).

Для декорування узбережжя використовують прибережно-водні рослини, зокрема, гірчак земноводний (*Polygonum amphibium*), осоку гостру (*Carex acuta*), осоку прибережну (*Carex riparia*), осоку несправжньо-смикавцеву (*Carex pseudocyperus*), лепеху звичайну (*Acorus calamus*), частуху подорожникову (*Alisma plantago-aquatica*), холодок лікарський (*Asparagus officinalis*), сусак зонтичний (*Butomus umbellatus*), водяний жовтець (*Batrachium aquatile*), череда поникла (*Bidens cernua*), їжачу голівку пряму (*Sparganium erectum*), стрілолист стрілолистий (*Sagittaria sagittifolia*), півники болотні (*Iris pseudacorus*), півники сибірські (*Iris sibirica*), теліптерис болотний (*Thelypteris palustris*), рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia*), рогіз широколистий (*Typha latifolia*), меч-траву болотну (*Cladium mariscus*), калюжницю болотну (*Caltha palustris*), жовтець вогнистий (*Ranunculus flammula*), язичник сибірський (*Ligularia sibirica*).

Лучні рослинні угруповання. Об'єднуються в дві головні групи: лугів вологих молінієвих (ряд *Molinietalia*) і лугів свіжих райграсових (ряд *Arrhenatheretalia*). Класифікація лугової рослинності в умовах міст утруднена, оскільки на неї значно впливають антропогенні фактори: забруднення міськими відходами рік, забруднення атмосферного басейну і підкислення лугових ґрунтів, нерегульоване меліювання тощо.

У групі вологих лук найчастіше трапляються угруповання з участю щучника дернистого (*Deschampsia caespitosa*) і китника лучного (*Alopecurus pratensis*). З видів ряду молінієвих (*Molinietalia*) в процесі дернування беруть участь шоломниця списолиста (*Scutellaria hastifolia*), вероніка довголиста (*Veronica longifolia*) і підмаренник багновий (*Galium uliginosum*).

У групі свіжих лу́гів виділяють асоціації райграсу (*Arrhenatheretum mediocuropeum*), пажитниці (*Lolio-Cynosuretum*). До цих груп належать ряд штучних лугових угруповань з участю осоки чорної (*Carex nigra*), осоки просоподібної (*Carex paucica*), костриці червоної (*Festuca rubra*) та ін.

7.1.5. Паркові угруповання

У парковій рослинності слід виділити саморегульовані та керовані рослинні угруповання. Перші, залежно від їх розташування, представлені всіма типами рослинності — від болотної до лісової.

Друга група — керовані культурні угруповання — перебуває під постійним господарським впливом: газони, квітники, огорожі, боскети, об'єкти топіарного мистецтва, декоративні біогрупи, стави і струмки з їх рослинністю. Виділено 9 типів культурфитоценозів.

Сільвоценози — рослинні угруповання, які формуються за аналогією з природним лісом з його характерною ярусністю, співвідношенням дерев — едификаторів, субедификаторів і асектаторів.

В львівських парках Залізна Вода і Погулянка виділені корінні асоціації грабово-буково-маренкові (*Carpineto-Fagetum asperulosum*), грабово-буково-осокові (*Carpineto-Fagetum caricosum pilosae*). Похідні на їх місці садово-паркові асоціації представлені асоціаціями клена гостролистого, в'яза шорсткого, модрина європейської, дуба звичайного (*Acereto platanoidaea; Ulmetum scabrae; Lariceto deciduae; Quercetum roburae*) та ін., які відрізняються нерозвиненістю вертикальної ярусної структури.

В Голосіївському парку Києва, за даними О.О. Лаптева (1998), поширеною є асоціація *Carpineto (betuli) — Quercus (robori) — Caricosum (pillosae)*. В парку Партизанської Слави угруповання утворені із сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої, клена гостролистого, бузини червоної, тонконога дібровного, грястиці збірної, куничника наземного.

Фрутоценози — чагарникові зарості, які формуються відповідно до цільового призначення: огорожі, автономні декоративні групи або узлісся. В парках часто можна зустріти чагарникові зарості з калини, горобини, бересклету бородавчастого, садового жасмину, ліщини, маслинки вузько-листої і обліпихи.

Пратоценози — штучні лучні угруповання або газони різних типів. Виділяються звичайні, партерні і спортивні. При підсіві в луковий або звичайний газон квітникових створюються квітучі газони. Найстіше зустрічаємо асоціації *Taraxaco-Festucetum pratensis*.

Стрипоценози — зелені смуги різної величини і конструкції. Розповсюджені асоціації: клен гостролистий + ясень зелений + тополя Сімона + дерен звичайний + розрив-трава дрібноквіткова; акація біла + клен гостролистий + карагана + різнотрав'я та ін.

Флоріценози — квітники з однорічних і багаторічних рослин. Їх можна було б виділити з спільної групи агроценозів і назвати *флорікультурценозами*. Виділяємо однорічні (деколи у вегетацію дві-три посадки або посів: стокротки — сальвія, віола — тагетус), дворічні і багаторічні угруповання.

Помологоценози — плодові сади, які мають декоративний характер, особливо в період цвітіння і плодоношення.

Акваценози — водні рослинні угруповання декоративних ставів і струмків.

Агроценози — угруповання сільськогосподарських рослин.

Вітаценози — виноградники, поширені в зелених зонах міст Криму, Степовій зоні та на Закарпатті.

7.1.6. Угруповання газонів

Штучно створювані посіви газонних трав залежать від складу застосовуваної травосуміші, умов, в яких формується газон, і режиму його подальшого використання. Тільки у випадку оптимального набору трав, відповідності їх умовам місцезростання, а також раціональної агротехніки вирощування можна домогтися формування стійких пратоценозів.

Синтаксономічна схема типових пратоценозів охоплює чотири асоціації:

Клас *Mollinio-Arrhenatheretea* R.Tx. 1937 p.

Порядок *Arrhenatheretalia* Powl 1928 p.

Союз *Cynosurion* R.Tx. 1947 p.

Ac. *Taraxaco-Festucetum pratensis* Anishezenko et L.Jshb.

D.c. *Lolium perenne* (*Cynosurion*) 1989 p.

Клас *Plantaginetea majoris* R.Tx. et Prsq. 1950 p.

Порядок *Plantaginetalia* R.Tx. 1950 p.

Союз *Poligonion avicularis* Br-Bl. 1931 p.

Ac. *Lolio-Plantaginatum* (Link, 1921) Boger. 1930 p.

Ac. *Poctumannuae* Gams 1927 p.

Порядок *Agrostietalia stoloniferae* Oberd. 1987 p.

Союз *Agropyro-Rumicionsrispi Nordb.* 1961 р.

Ac. *Potentillietumanserinae Fclf.* 1961 р.

З чотирьох наведених асоціацій лише одна кульбабо-кострицева (*Taraxaco-Festucetum*) і угруповання з переважанням пажитниці (*Lolium perenne*) являють собою непорушені газони або ті, які перебувають під незначним антропогенним впливом. Виявлені угруповання класу подорожника великого (*Plantaginetea majoris*) являють собою сильно витоптані газони. Флористичний склад пратоценозів можна збагатити, як і у випадку з непорушеними угрупованнями, за рахунок формування ядра типових лучних видів.

Едафічні умови, які створюються на газонах за рахунок завезення додаткового ґрунту, звичайно лучного, є найоптимальнішими для висівання травосумішей, які застосовуються на нормально зволжених луках. До їх складу входять костриця лучна (*Festuca pratensis*), тонконіг лучний (*Poa pratensis*), конюшина повзуча (*Trifolium repens*), конюшина лучна (*Trifolium pratense*), пажитниця багаторічна (*Lolium perenne*).

Чисті посіви пажитниці багаторічної (*Lolium perenne*), які дуже часто застосовують у містах, перші роки створюють добрий травостій, але згодом через відсутність насінневого відновлення зріджуються.

7.1.7. Синантропна рослинність

Сегетальна рослинність. Серед міської спонтанної рослинності сегетальні угруповання посідають незначне місце. Їх можна зустріти на полях міських околиць, а також у городах, садах, на дачних ділянках, у підсобних господарствах, на клумбах і квітниках. За даними В.А. Соломахи (1989), різноманітність сегетальної рослинності обмежується шістьма асоціаціями, які належать до двох порядків, що традиційно розповсюджені в Україні.

Асоціації порядку метлюгових (*Aperatalia*) досить широко розповсюджені, особливо в озимих, і рідше — ярих зернових культурах на полях окраїн міст (ac. *Centaureo — Aperetum Spicea-renti, Viola arvensis-Centauretum cyani, Sclerantho annui-Descurinietum*).

На клумбах, квітниках і городах трапляються агрофітоценози асоціації лободово-молочаєві (*Euphorbio repus-Chenopodietum albi*). На ярих і просяних культурах приміських полів, а також присадибних ділянках і колективних садах спостерігаємо асоціації фіалково-золототисячникову (*Viola-Centauretum*) і метлюгово-макову (*Apero-Papaveretum*), які мають декоративний вигляд.

Рудеральна рослинність. Цю рослинність можна було б згрупувати за

біоекологічними особливостями: ставлення до виростання у відкритих і закритих місцезростаннях. В свою чергу, рудеральну рослинність відкритих місцезростань можна розподілити на три основні групи: а) декоративних місцезростань — лобода біла (*ac. Chenopodium albi*), полин звичайний (*Artemisetum vulgare*), сухоребрик Льозеліїв (*Sisymbrium loeselii*), підбіа звичайний (*Tussilagietum farfarae*), пижмо-полинова (*Tanacetum — Artemisietum*) та ін.); б) збагачених девастованих місцезростань: звалища, насипи — полин однорічний, татарник звичайний (*Artemisetum annuae, Onopordion acanthiae*); в) багатих місцезростань, це часто насипні землі — асоціації пажитницево-подорожникові (*Lolio-Plantaginetum*), подорожниково-гірчаківі (*Plantagini Polygonetum*). Останні рослинні угруповання часто замінюються одне на друге залежно від рівня витоптування і зволоження ґрунтів.

Рудеральні угруповання, що зростають під наметом парків і садів, а також приміських лісів, найчастіше представлені асоціаціями підмарениково-кропивовою (*Galio-Urticeteae*), лопуха справжнього (*Arctietum lappae*), кропиво-яглицевою (*Urtico Aegopodium*), а в вологіших місцезростаннях — собачокропиво-лопуховою (*Leonuro-Arctietum*).

Рудеральні сингеноценози широко представлені класом лободових (*Chenopodietae*), угруповання яких розповсюджені на інтенсивно порушених місцезростаннях, що супроводжуються зняттям, зміщенням або похованням верхнього шару ґрунту, на будівельних майданчиках, промислових відвалах, залізничних насипах, свіжонасипаних ґрунтах, на пустирях, земляних буртах.

Це угруповання одно-дворічних видів, які являють собою перші стадії відновлювальних сукцесій. Характерною рисою угруповань класу є непостійність їх флористичного складу, яка пояснюється безліччю провокуючих факторів і швидкою зміною угруповань початкових стадій сукцесій.

Рудеральні проценози представлені порядком сухоребрикових (*Sisymbrietalis*). Угруповання початкових стадій сукцесій розвиваються на залізничних насипах, сухих пустирях і збагачених нітратами місцезростаннях, на промислових відвалах, біля будов. Часто трапляються асоціації лутиги татарської (*Atriplicetum tatarical*) — угруповання однорічників, монодомінантне. Звичайно домінантний вид лутига татарська (*Atriplex tatarica*) сягає у висоту 100 см. Проективне покриття угруповань — 95-100%. Дана асоціація зростає біля залізничних колій, але звичайно слабо виражена, флористично збідніла і не має достатнього розміру для описання.

На багатих ґрунтах (смітники, звалища) розповсюджена асоціація по-

лину однорічного (*Artemisietum annuae*), яка утворює зарості з невеликим (55%) проєктивним покриттям. Проценози полину однорічного (*Artemisia annua*) після припинення діяльності людини переходять в угруповання союзу лопуха звичайного (*Arcticon lappae*).

Рудеральні автогеноценози включають угруповання, які належать до класу подорожника великого (*Plantaginetea majoris*) R. Tx. Et Prsg in R. Tx. 1950, які формуються під впливом інтенсивного вигоптвання і випасу в умовах нормального і надлишкового зволоження. Це угруповання класу трапляється вздовж доріг, стежок і на спортивних майданчиках, на вулицях і вигонах. Угруповання класу часто представлені видами, здатними рости в екстремальних умовах і відносно стабільні за флористичним складом.

Найповніше представлена асоціація подорожниково-гірчачова (*Plantagini-Polygonetum avicularis*). Це тепло- і світлолюбні угруповання відкритих, сухих і сильно вигоптаних місцезростань (вулиці, двори, стежки). Угруповання бідні флористично — п'ять-шість видів на пробній площадці. Проєктивне покриття становить 60%. Домінує гірчак звичайний (*Polygonum aviculare*). При зменшенні навантажень трансформується в угруповання асоціації пажитницево-подорожникової (*Lolio-Plantagineteum*), а при знятті навантажень — в угруповання порядків сухоребрикових (*Sisymbriellata*) і татарникових (*Onopordetalia*). Типовим автогеноценозом є і асоціація пажитницево-подорожникова (*Lolio-Plantagineteum*). Це угруповання вигоптаних місцезростань поблизу доріг, вздовж стежок, на вигонах, але основним їх місцезростанням є порушені газони. Вони утворені невисокими, до 20 см заввишки, видами. Проєктивне покриття становить 50–80%. Залежно від багатства ґрунту, щільності субстрату і навколишніх угруповань при усуненні фактора вигоптвання заростають луговими видами або видами союзу лопухові (*Arcticon lappae*). При інтенсивнішому вигоптуванні переходять в угруповання асоціації подорожниково-гірчачової (*Plantagini-Polygonetum avicularis*).

Отже, в процесі антропогенізації внаслідок прискорених еволюційних перетворень (Зукопп та ін., 1981) на зміну природним автогенним угрупованням (лісовим, болотним, луговим, степовим) приходять спонтанні синантропні, здатні заповнити опустілі ніші міських екосистем.

7.1.8. Ценоіндикаційні комплекси рудеральної рослинності

Рудеральна рослинність міст швидко реагує на характер і ступінь впливу людини. Її склад залежить від розмірів міста. Видова і синтаксономічна різноманітність із збільшенням розмірів міста зростає, а від околиць до центру зменшується.

На видову різноманітність рудеральних угруповань значно впливає антропогенний фактор. Видовий склад спонтанної рослинності є індикатором конкретних умов. Виділення комплексів бур'янів можна брати до уваги при розробці заходів з практичного використання рудеральних угруповань. Різноманітність типів місцезростань і видів антропогенної діяльності відбивається на видовій різноманітності ценоіндикаційних комплексів.

Основною умовою виділення комплексу є наявність конкретних видів у складі бур'янової синузії. На підставі наявних видів виділяють ценоіндикаційні комплекси бур'янів рудеральних місцезростань. Дані комплекси є індикаторами екологічних умов. Складена синтаксономічна схема рудеральної рослинності дала змогу виділити у зеленій зоні Львова сім комплексів.

Чередовий комплекс є єдиним рудеральним комплексом на перезволожених ґрунтах. Він може існувати беззмінно в даних екологічних умовах.

Лободово-сухоробриковий комплекс займає такі місцезростання, де практично неможливий перебіг сукцесійного процесу (щорічні порушення ґрунту).

Будяково-буркуновий і *полиново-лопуховий комплекси* є типовими перехідними комплексами від класу лопухових (*Artemisietea vulgaris*) і житнякових (*Agropyretes repentis*). У них представленість видів, характерних для класу житнякових (*Agropyreteea repentis*), набагато вища, ніж у попередньому комплексі.

Пирієво-берізковий — останній комплекс при відновленні рудеральної рослинності по спрямуванню до природних ценозів. До його складу вже входять степові та лукові угруповання.

Подорожничково-споршшевий комплекс є дуже своєрідним. Він об'єднує види, високоадаптовані до інтенсивних антропогенних навантажень, а тому існує практично беззмінно на цих місцезростаннях.

Яглицево-бутеневий комплекс є перехідним між типовими рудеральними і лісовими місцезростаннями. Внаслідок високої вологості він широко представлений в м. Львові.

Ценоіндикаційні комплекси дають змогу розкрити екологічні особливості місцезростань та визначити шляхи сукцесійних процесів, які відбуваються в порушених місцезростаннях.

7.1.9. Десільватизація і сільватизація фітоценозів

В угрупованнях лісопарків і парків залежно від ступеня впливу антропогенного фактора значно розвинулись процеси сільватизації і десіль-

Виділено сім зон міста, які характеризуються специфічними наборами синтаксонів синантропної рослинності (табл. 7.4). Як свідчать дані, синтаксони, що мають специфічний характер розподілу, відбивають у цілому різноманітність розподілу синтаксонів різних класів за зонами міста.

Зона забудови і промислових виробництв, де відбувається постійне порушення ґрунтового покриву. Тут поширені угруповання класу лободові (*Chenopodietea*). Клас полинові (*Artemisietea vulgaris*) виявлений на закинутих ділянках при відсутності постійного порушення ґрунту. Клас подорожникові (*Plantaginetea majoris*) характерний для територій з постійним інтенсивним впливом антропогенної діяльності. Синтаксони класу підмаренниково-кропивні (*Galio-Urticetea*) відзначені на закинутих затінених ділянках.

Зона старого міста є найспецифічнішим районом Львова, де спостерігається повна відсутність екоотопів, характерних для класів лободові (*Chenopodietea*) і полинові (*Artemisietea*), але наявність сильновитоптуваних місцезростань у дворах, на дорогах і газонах зумовила повсюдний розвиток угруповань класу подорожникові (*Plantaginetea majoris*).

Зона малоповерхової забудови характеризується наявністю значної кількості рудеральних місцезростань: вигонів, узбіччя доріг, пустирів, закинутих садів. Все це стало основою для розвитку угруповань класів полинові (*Artemisietea vulgaris*), подорожникові (*Plantaginetea majoris*) і *Galio-Urticetea* з перевагою ценозів двох останніх класів.

Промислова зона з елементами малоповерхової забудови включає різноманітні типи рудеральних місцезростань.

Синантропна рослинність посідає повноправне місце в міській екосистемі. Її угруповання звичайно захоплюють усі пустуючі помірно використані і сильно не забруднені місцезростання. В подальшому відбувається поступове відновлення порушених екоотопів шляхом послідовного проходження стадій відтворення природного рослинного покриву. Такі угруповання рудеральної рослинності є сховищами для міської ентомо- і зоофауни. Вони також мають значну кількість цінних лікарських рослин, які, на жаль, через надмірне забруднення міських екосистем не можуть бути використані.

Угруповання спонтанної рослинності в цілому характеризуються значною синтаксиномічною різноманітністю, мають сформований флористичний склад. Сильно порушені рудеральні угруповання і угруповання паркових насаджень відзначені в центральній частині міста, що пояснюється посиленням впливу антропогенного фактора в міських екосисте-

ценоіндикаційних комплексів

Видовий склад комплексів

- I — *Bidens tripartita*, *B. radiata*, *Polygonum hydropiper*
 II — *Chenopodium album*, *Ch. glaucum*, *Matricaria*
- I — *Sisymbrium loeselii*, *S. officinalis*, *Chenopodium album*,
Ch. foliosum, *Erigeron canadensis*
 II — *Artemisia vulgaris*, *Tussilago farfara*, *Urtica dioica*,
Arctium tomentosum, *A. lappa*, *Elytrigia repens*, *Convolvulus*
arvensis, *Poa pratensis*
- I — *Carduus acanthoides*, *Melilotus officinalis*, *M. albus*,
Artemisia vulgaris, *Urtica dioica*
 II — *Elytrigia repens*, *Poa pratensis*, *Trifolium pratense*,
Taraxacum officinale
- I — *Artemisia vulgaris*, *A. absinthii*, *Arctium tomentosum*,
A. lappa, *Tanacetum vulgare*
 II — *Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*, *Convolvulus*
arvensis, *Poa pratensis*, *Achillea millefolium*
- I — *Elytrigia repens*, *Convolvulus arvensis*, *Bromopsis inermis*
 II — *Poa pratensis*, *Lolium perenne*, *Achillea millefolium*,
Taraxacum officinale
- I — *Polygonum aviculare*, *Plantago major*, *Lolium perenne*,
Poa annua, *Potentilla anserina*
 II — *Taraxacum officinale*, *Chamomilla suaveolens*
- I — *Aegopodium podagraria*, *Urtica dioica*,
Chaerophyllum prescottii
 II — *Geranium pratense*, *Geum urbanum*, *Impatiens*
parviflora

Флористична і екологічна характеристика

Назва комплексу	Тип місцезростання
Чередовий	Перезволожені місцезростання, береги рік водойм, канами, низькі пустирі
Лободово-сυχорєбриковий	Помірно вологі місцезростання, насипи свіжого ґрунту, будови, порушені і зміщені ґрунти
Будяково-буркуновий	Сухі місцезростання, насипи доріг (шосейних і залізниць), пустирі, сміттєзвалища
Полиново-лопуховий	Сухі і помірно вологі місцезростання, пустирі, звалища, закинуті ділянки, насипи доріг, кар'єри
Пирієво-беріzkовий	Помірно вологі і сухі місцезростання, насипи доріг, закинуті кар'єри
Подорожниково-споришевий	Помірно вологі і вологі місцезростання, пасовища, стежки, стадіони
Яглицево-бутєневий	Помірно вологі, затінені місцезростання, закинуті сади, кладовища, біля огорож



мах. Угрупування спонтанної рослинності, які зазнають меншого впливу перетворювальної діяльності людини, естетично сформовані і звичайно повинні використовуватися в незмінному вигляді. Зменшуючи антропогенний вплив, можна відновити флористичний склад і надати кращого естетичного вигляду ряду угруповань.

Вивчення спонтанної рослинності міських екосистем є важливою науковою проблемою, яка має ряд практичних рішень. Всебічне вивчення всіх типів цієї рослинності, а також виявлення еколого-динамічних особливостей окремих угруповань визначає спільні закономірності їх співіснування в єдиному комплексі. Зонування міських територій дає змогу виявити взаємопов'язані набори рослинних угруповань, існування яких у різних районах міста визначається умовами середовища. Заходи з оптимізації складу угруповань рослинності залежно від їх необхідності для міської екосистеми дають змогу поліпшити загальну екологічну ситуацію даної території.

7.1.11. Типологія рудеральних угруповань та їх оптимізація

Складання синтаксономії рудеральної рослинності дає змогу розробити схему типізації угруповань і визначити шляхи їх оптимізації. Питанню оптимізації рудеральної рослинності присвячений ряд публікацій (Pysek, 1985; Kuster, 1987; Сахапов, 1989). Господарська типологія рудеральної рослинності має важливе значення для вирішення таких практичних задач, як упорядкування заходів боротьби з карантинними і алергенними видами, планомірне використання корисних бур'янових рослин, поліпшення екологічних умов внутрішнього середовища. Однак цю типологію почали розробляти тільки в останні роки (Сахапов, 1989). В основу типології покладена схема класифікації рослинності за методом Браун-Бланке. Вона включає відповідно до схеми для рудеральної рослинності Башкирії (Сахапов, 1989) такі ранги: клас—підклас—тип.

Класи пропонували виділяти за еколого-фізіономічними ознаками. Причому клас господарської типології в цілому збігається з найвищими рангами класифікації рудеральної рослинності і відбиває морфолого-екологічні особливості бур'янів.

Порядок союз-класифікації відповідає підкласу типології і відбиває екологічно різні місцезростання, що, в свою чергу, відображається в конкретному ценоіндикаційному комплексі бур'янів.

Типи об'єднують угруповання подібного флористичного складу і набору домінантів, подібних умов середовища, які потребують одного на-

прямку оптимізації. Типи означень ведуться за екологічно і фізіологічно інформативними рослинами, які звичайно входять до групи діагностичних видів відповідного синтаксону і включають домінуючий вид.

Типи господарської типології відповідають одній або декільком асоціаціям класифікації. Для них повинні бути визначені напрямки їх практичного використання або перетворення.

Рудеральна рослинність включає нестійкі угруповання (особливо стосовно класів лободові (*Chenopodietea*) і полинові (*Artemisietea*). Їх флористичний склад залежить від багатьох факторів, а тому вони, як правило, не формують стійких фітоценозів і через два-три роки (якщо немає повторних порушень) замінюються асоціаціями класу *Artemisietea vulgaris* (крім окремих місцезростань). Поряд з видами, характерними для класу *Artemisietea vulgaris*, з угруповань класу *Chenopodietea* проникають і в діагностичні види класу *Agropyreteea repentis*, а оскільки ці класи утворені в основному дво- і багаторічними видами, здатними створювати стійкі угруповання, які перешкоджають проникненню до їх складу випадкових занесених видів, людина зацікавлена в швидкій зміні класу *Chenopodietea* угрупованнями класів *Artemisietea vulgaris* і *Agropyreteea repentis*. За відсутності інтенсивного впливу антропогенного фактора угруповання класу *Artemisietea vulgaris* замінюється фітоценозами класу *Agropyreteea repentis*, а ті, в свою чергу, при відсутності внутрішніх впливів можуть наблизитися за складом до угруповань природної рослинності.

Всі ці приклади стосуються рослинних угруповань різного ступеня відновлювальності сукцесій. За відсутності інтенсивних зовнішніх впливів цей процес відбувається природним чином. Стосовно угруповань класу *Plantaginetea majoris*, в яких об'єднані угруповання останніх стадій ретрогресивних серій, необхідний режим помірного використання, для чого в даному виді або в окремих місцезростаннях слід застосовувати заходи оптимізації рудеральних угруповань.

Для практичного використання рудеральної рослинності, а також для застосування різних заходів з її оптимізації визначено ряд типів угруповань з введенням раніше означених комплексів бур'янів. Для кожного типу рекомендують певний метод використання й оптимізації.

Чередовий тип використовують як джерело лікарської сировини. Наприклад, якщо він займає місцезростання, де практично неможливе застосування заходів оптимізації, рекомендують використати його в незміненому вигляді.

На основі *лободово-сухоребрикового* ценоіндикаційного комплексу виділено три типи угруповань: лободовий, сухоребриковий і цикламено-

вий. Дані типи не мають практичного значення, а тому в конкретних місцезростаннях необхідно їх скошувати і підсівати багаторічні трави та при можливості створювати газони.

Чортополоховий тип включає до свого складу ряд видів, які є цінними медоносами, але він естетично погано організований, тому необхідно регулярно скошувати бур'янові угруповання і здійснювати залуження багаторічними травами.

Буркуновий тип включає ряд цінних лікарських і медоносних рослин. Він займає місцезростання, де практично не потрібні ніякі заходи оптимізації, тому необхідно його використовувати в існуючому вигляді.

Полиново-лопуховий тип є джерелом ряду лікарських і медоносних рослин. У місцях, де це необхідно (біля будинків, на вулицях), рекомендують скошувати ці угруповання і залужувати багаторічними травами, а за містом і на звалищах використовувати як джерело цінної лікарської сировини.

Пирійний тип являє собою високопродуктивні угруповання з перевагою в їх складі злаків. Використовують у природному вигляді. Багато з попередніх типів при постійному підкошуванні та інших заходах оптимізації переходять у цей тип.

Тонконого-перстачевий тип має значення протиерозійне, а також як джерело лікарської сировини. Ніяких заходів оптимізації ці угруповання не потребують, оскільки найбільш пристосовані до існуючих умов інтенсивного їх використання.

Яглицевий тип не має практичного значення, крім парків, закинутих садів, кладовищ і пустирів. У межах вулиць, скверів він звичайно естетично слабо організований і тому його необхідно скошувати і підсівати багаторічні трави.

Всі запропоновані заходи оптимізації і подальшого використання бур'янових угруповань повинні розглядатися в умовах конкретного місцезростання залежно від розташування, навколишнього середовища і можливості його більш раціонального використання. Необхідно також відзначити, що угруповання рудеральної рослинності мають важливе практичне значення для людини, але подальше розширення площ, які вони займають, небажане, крім місцезростань, зовсім вільних від природного рослинного покриву.

7.1.12. Континуальність і дискретність фітоценотичного покриву урбоекосистеми

Фітоценотичний покрив урбоекосистеми — це її автотрофний блок. Виходячи з цих позицій, дослідження фітоценотичного покриву урбанізованих територій як єдиного цілого в межах історично утвореного континуально-дискретного біокомплексу є одним з важливих завдань урбоекології. Тільки з цих позицій можна оцінити екологічну рівновагу в урбоекосистемі, дослідити стан екологічних сукцесій і екологічний об'єм екотопу, зробити екологічну ординацію рослинних угруповань залежно від зміни екологічних факторів, тобто створити екологічні шкали і ряди, визначити екологічні ніші фітоценозів і ценопопуляцій і, нарешті, виробити екопрогнози.

Питанням безперервності рослинного покриву (континууму) і поступовості переходів між фітоценозами велику увагу приділяли А.П. Шенников (1966), О.О. Ниценко (1971), А.Г. Долуханов (1970), Х.Х. Трасс (1969) та ін. Рослинний континуум, — зазначає В.Д. Александрова, — структурний, гетерогенний, нерівноцінний в своїх частинах, і тому безперервність його відносна. Водночас автор, як і Р. Уїттекер, О.О. Ниценко та ін., надає великого значення дослідженню безперервності, в якій завжди можна виділити своєрідні “опорні” ценотипові риси для потреб ординації. Мабуть, найкраще завершив цю думку О.О. Ниценко, який вважав, що діалектична єдність перервності і безперервності рослинного покриву в тому і полягає, що він, перебуваючи на великих територіях безперервним і не розчленованим на окремоті, водночас може бути розподілений на реально існуючі різноякісні ділянки, хоча масштаб їх різниці і ступінь відокремленості неоднакові; нарівні з чіткими межами існують і переходи. Він звертає увагу на залежність просторової структури існування “різнорідності місцезростань” і наявності в зв'язку з цим порівняно різких “уламків”, без переходів. Особливо диференціація рослинного покриву пов'язана з діями людини, яка локалізує його порівняно великими “шматками”. Існують точно обмежені території сінокосів, пасовищ, полів, садів, городів, промислових зон і т.п. Найбільший вплив на місцезростання, як показано в попередніх розділах, відбувся внаслідок минулих і теперішніх урбогенних процесів, тому спостерігаємо послаблення континуальних зв'язків від периферії до центра міста.

Це явище можна виявити за величиною екотону — перехідної смуги між сусідніми угрупованнями. Якщо в автогенних угрупованнях (ліс, луг, болото) екотон становить декілька метрів, то в керованих культурфіто-

ценозах, залежно від культури агротехніки, його може і не бути. Ще більш відчутні межі між угрупованнями спостерігаються в міському фітоценотичному покриві, де великі ділянки мертвої підстеляючої поверхні заступають шлях саморозвитку навіть рудеральних ценопопуляцій, що адаптуються до несприятливих умов міського середовища.

Смути екотону між різними угрупованнями характеризуються не тільки протяжністю, але і чисельністю видів. У центральній частині міста, а також на території промплощадок часто протяжність екотону зводиться до нуля, тобто зовсім зникає континуум угруповань, а дискретність стає характерною особливістю просторової структури рослинного покриву.

Слід відзначити, що відсутність екотону між сусідніми угрупованнями або обмеженість розповсюдження угруповання в просторі ще не є свідченням обмеженості екологічного об'єму екотопу. У випадку корегування цих умов людської діяльності (регулювання теплового і водного режимів, заповнення нестачі органічних речовин в ґрунті і т.п.) навіть при жорсткій дискретності рослинного покриву екотоп може мати широкий екологічний об'єм (лізотрофно-лізофільні квітники, газони, японські та інші скельні сади серед щільної забудови). Найбільшу стійкість в умовах жорсткої дискретності щільної міської житлової і промислової забудов виявили, як уже згадувалось, спрощені за своєю структурою і видовим складом автогенні угруповання подорожничко-споришевого комплексу.

Простежується пряма залежність дискретності рослинного покриву від рівня антропогенізації місцезростання. Зниження стабільності фітоценозу відбувається одночасно. Послаблюються зв'язки між рослинними угрупованнями і континуальні взаємостосунки спочатку переходять у континуально-дискретні (агроландшафтна антропогенізація), а пізніше в дискретні (урболандшафтна антропогенізація). Однак і на території міста залежно від ступеня урбогенізації можна побачити рослинний покрив з вираженими континуальними зв'язками (парки, малоповерхова нещільна забудова, пустирі).

Проблема континуальності міського рослинного покриву — це проблема не стільки фітоценотичного, скільки біогеоценотичного змісту, оскільки від її рішення залежить функціонування не лише автотрофного, але і гетеротрофного блоків урбоекосистеми.

Рослинний покрив не тільки розривається (одні угруповання відокремлюються від інших), але і розпадається. Саме той випадок, про який А.А. Ниценко (1971) пише: "Ділянки, де є окремі рослини, але ростуть так рідко, що взаємовплив між ними практично непомітний, не можна вважати рослинним покривом". Таких ділянок у місті дуже багато: це

транзитні сквери і площі, вуличні алеї, де деревні рослини ростуть на значній відстані одна від одної, а замість живого надґрунтового покриву там мертва підстеляюча поверхня асфальту, бетону або переуцільненого ґрунту. Часто такі зелені ділянки, як зазначає А.А. Ниценко, являють собою початкові стадії розвитку рослинного покриву або, навпаки, стадії його деградації. Дійсно, в піонерних відновленнях рослинного покриву в кар'єрі і деградованих у процесі лісової рекреації острівках покриву є спільне: загублені взаємостосунки між рослинами. "Рослинний покрив диференційований на окремі фітоценози, а там, де немає рослинного покриву, де відсутній помітний взаємовплив, — зазначає А.А. Ниценко, — немає і фітоценозу. Отже, — робить висновок автор, — фітоценоз є не що інше, як однотипна всередині себе частина рослинного покриву".

Як бачимо, там, де між рослинами губляться взаємостосунки і появляються нові якості, не характерні для рослинного покриву, створюється якась сукупність окремо стоячих рослин, які А.А. Ниценко запропонував називати "*фітоагрегаціями*". Цю дефініцію автор формулює гранично коротко: "Фітоценоз — якісно своєрідна ділянка (частина) рослинного покриву, однотипна всередині себе і відмінна від сусідніх у вибраній нами мірі, яка займає певний горизонтальний контур і далі нами практично не розділена". В цьому визначенні не йдеться про наявність взаємостосунків між рослинами, яке обговорюють багато авторів (Сукачов, Шенников та ін.), але це сутність взагалі фітоценотичних категорій і є "річчю всередині", яка при візуальному окресленні контура ценозу практично не береться до уваги, а може бути проаналізована окремо для уточнення правильності виділення.

Залежно від континуально-дискретних особливостей міського фітоценотичного покриву розглядаємо питання про площу вияву фітоценозу (Кучерявий, 1981). Б.А. Быков, 1957 вважає ценозом найменшу за площею ділянку, діаметр якої становить п'ять середніх висот домінантних видів. На думку Н.Д. Ярошенка (1961), він повинен бути не меншим 2000 м². Як свідчать дані обстеження садово-паркових мікросоціацій зеленої зони, можна говорити про невелику декоративну біогрупу як про фітоценоз, оскільки основною його властивістю є створення специфічного середовища (фітоклімату) з конкретною синузальною будовою, взаємним впливом рослин. Головне полягає в тому, щоби встановити, при якій максимальній якості дерев-едифікаторів і площі, яку вони займають, зникають названі ознаки фітосередовища.

Як відомо, основним фактором створення особливого фітосередовища є різниця рівня інсоляції відкритого і закритого просторів. Площу вияву

фітоценозу визначали за двома основними ознаками — метеорологічною і флористичною. До уваги брали різні рівні освітленості, температурного режиму, відносної вологості повітря і складу трав'яного покриву відкритого і підпологового просторів. Для порівняння добирали, згідно з класифікацією М.І. Черкасова (1956), масиви, куртини (понад 13 дерев) і групи (менше 13) різного породного складу: ялинові, березові і кленові у віці 25–30 років.

Таким чином, найменшим рослинним паркоценозом з вираженим фітосередовищем є куртина, тобто насадження з кількістю дерев понад 12–15 шт. і площею не менше 15 м². На відміну від масиву, який збігається з поняттям асоціації, куртина виділяється в мікроасоціацію (фітоагрегації — А.А. Ниценко, ценокомірки — В.С. Іпатова). В одному ряду з асоціацією вона є нижчим таксоном запропонованої геоботанічної класифікації. Уявлення про куртину, яка знаходиться на відкритому просторі або всередині масиву, як про фітоценоз, а не механічний набір дерев (навіть з урахуванням їх декоративності, екології і т.п.), має важливе значення для садово-паркового будівництва, зокрема, з точки зору підвищення їх естетичних якостей шляхом регулювання зімкнутості пологу, створення ґрунтозахисного і декоративного підкомплексу.

Серед паркових фітоценозів багато таких, які формувалися в стилі англійських парків — дерева, які рідко стояли на відкритих лужках. Як і у випадку з окремо стоячими деревами міських площ і вулиць, не може бути мови про виділення фітоценозів з урахуванням домінант, в ролі яких виступають окремо стоячі дерева (в лісівництві “рідини”). Тут панує той рослинний покрив, який забезпечує необхідні для фітоценозу взаємостосунки між рослинами і створює специфічне фітосередовище: чи то трав'яний фітоценоз (злаковий, різнотравний), чи фітоценоз чагарникових заростей, наприклад, ожиновий.

За такими об'єктами, як окреме дерево разом з покриваючими його епіфітами, найпростіше зберегти назву консорція (Чернова, Білова, 1988). Трав'яний або чагарниковий покрив являють собою фітоценоз. Отже, фітоценотичний покрив можна диференціювати таким чином: фітоценози, фітоагрегації (ценокомірки, мікроасоціації) та консорції. Консорції — це окремо стоячі дерева міських вулиць і площ, де відсутній надґрунтовий рослинний покрив. Вони являють собою нижні структурні комірки глобальної урбоекосистеми, вивчення яких дуже важливе, оскільки окремо стоячі дерева міста, особливо ті, що сформувались, відіграють важливу роль у фітомеліорації міського середовища.

В умовах великої різноманітності рослинних угруповань, що вкрива-

ють територію міста і приміські зони, можна виділити такі таксони: *серія асоціацій*, або *екологічна група асоціацій* у рамках типу лісу, *асоціація* (об'єднує ділянки рослинного покриву, найбільш подібні) і *мікроасоціація* (обмежені ділянки, пов'язані практичною "наявністю взаємовпливів рослин) (Ниценко, 1969). Консорція ж є об'єктом окремих досліджень і типізації.

7.1.13. Еколого-фітоценотичні закономірності просторового розміщення рослинного покриву міста

Прийнятий нами підхід до вивчення закономірності просторового розташування різних угруповань урбоєкосистеми побудований за трьома відомими концепціями Р. Уїттекера (1980): а) градієнта угруповань (ценокліна); б) факторів внутрішнього середовища, які змінюються спільно в просторі і називаються комплексним градієнтом; в) екокліну, під яким розуміють сукупність ценокліну і комплексного градієнта середовища, іншими словами, концепція градієнта екосистем.

Такий підхід дав змогу спочатку розподілити дерева і чагарники, інтродуковані у міське озеленення, на три біоекологічні групи, рекомендовані для насадження в трьох внутрішньоміських екологічних поясах (Кучерявий, 1981, 1983). Критерієм для такого розподілу є рівень життєвості у цих групах окремих видів рослин до визначеного ступеня умовно виділених екологічних зон міста. Рослини в основному розглядали як складові визначених ценопопуляцій. Найбільш чітко виявили свої градієнтні якості едифікатори — мезофіти — бук європейський, ялина звичайна, сосни звичайна і Веймутова, модрина. Їх можна було знайти в приміських лісах і міських парках. У міських скверах, а тим більше у вуличних посадках вони не ростуть.

Визначаючи угруповання з позиції ценокліну, необхідно більш глибоко дослідити фактор міського середовища, головним чином едафотопу і кліматопу, окремих урбогенних патологій рослин (Kytscherjwuj, 1988). Таким чином, з'явилися комплексні градієнти поясності автотрофного блоку урбоєкосистеми — чотири еколого-фітоценотичних пояси: I — приміські ліси, II — великі міські парки і лісопарки, III — невеликі парки і сквери, IV — деревні насадження вулиць і площ, що не створюють фітоценотичного покриву.

Так склався цілісний підхід до вивчення фітоценотичного покриву і ценопопуляцій з позиції екокліну або градієнтного аналізу, який дає змогу встановити напрямки градієнтів видових популяцій і характер зміни параметрів угруповання за градієнтами середовища. Правда, слід

підтримати А.Г. Долуханова (1979), зокрема його незгідність з Р. Уїткером у тому, що градієнтний аналіз є альтернативою “принципу класифікації угруповань”. На нашу думку, ці два напрямки, які розвиваються в сучасній фітоценології, тільки доповнюють один одного, а не є антагоністичними.

Виділені у фітоценотичному покриві урбоєкосистеми чотири еколого-фітоценотичні пояси — це чотири біогеоценотичні (екосистемні) блоки, або екокліни, які дають можливість вести екосистемні дослідження на різних таксономічних рівнях — від організму до біоценозу.

Вивчення рослинності міст і їх приміських зон дає змогу зробити висновок, що природний фітоценотичний покрив під впливом урбанізації зазнав змін у напрямку його синантропізації. В теперішній період спостерігається формування нової автогенної рослинності, яка подібно до природної відзначається високою стабільністю, але низькими ландшафтностворювальними і естетичними якостями. І все ж майбутнє за культурфітоценозами як елементами культурного ландшафту з його гармонійними зв'язками природного і антропогенного начал.

7.2. МІСЬКІ ЗООЦЕНОЗИ

7.2.1. Фауна будівель

Незважаючи на своєрідність кожного міста, особливості розвитку та структуру, вони мають багато спільного. Передусім — це антропогенні форми біотопів, які мозаїчно розкидані по всій урбанізованій території, однак підпорядковуються дії комплексних урбогенних градієнтів середовища і екоклінам еколого-фауністичних зон (Клауснітцер, 1990, Кучерявий, 1991).

Міські біотопи Б. Клауснітцер поділяє на “будівлі” та “інші наземні місцезростання”. Будівлі як місце існування фауни — це цілком нові для живих істот екологічні ніші. За структурою поверхонь їх можна порівняти хіба зі скелями з їх уступами і тріщинами, отворами і субстратом. Подібно до скель у них формується своєрідний мікроклімат і є свої кормові ресурси. Якщо ж стіни будівель покриті в'юнкою рослинністю, то тут виникають додаткові умови для формування екологічних ніш багатьом представникам міської фауни.

Залежно від користування відомі такі типи будівель: будинки, житлові, службові, виробничі і складські приміщення, які, в свою чергу, поділяють на: а) непостійно опалювальні житлові будинки; б) постійно опалювальні приміщення; в) складські і деякі виробничі приміщення.

В непостійно опалювальних будинках розрізняють три основні зони: горища, поверхи, підвали.

Для *горищ* характерні максимальні амплітуди температурних коливань протягом доби і року. Незважаючи на це, тут, завдяки просторовій структурі, гніздяться, ночують і зимують птахи і тварини. У деревині крокв і брусів живуть домові скрипалі та різні точильники, що часто пошкоджують будівлі. Із птахів тут найчастіше селиться сизий голуб.

Дослідники вважають, що багатство гнізд сизого голуба зумовлено різноманіттям їх компонентів: екскременти птахів, гілки рослин, пир'я, мертві пташенята тощо. Про складність трофічних зв'язків у цьому невеликому зооценозі свідчать такі дані: кров і детрит гнізда є кормом для бліх; пліснява і детрит — для ногохвісток, сіноїдів, жуків; рештки тварин і керотин — для шкіроїдів і молі; екскременти — для двокрилих; матеріали гнізд та кормові рештки — для метелика родини *Oecophoridae*.

Взагалі горища є улюбленим місцем зимування багатьох видів метеликів. Наприклад, регулярно зимують на горищах кропивниця (*Aglais urticae*) і павичеве око (*Inachisio*), а також золотоочка (*Chrysoperla curvica*). Агрегаціями зимує у будинках і часто у щілинах віконних рам сонечко (*Ocnopia conglobata* із *Adalia bipunctata*).

Фауна *поверхів* залежить передусім від наявності корму, а також від температурних умов і вологості, просторової структури приміщень (поверх, мансарда, веранда).

Екологічно фауну поділяють на такі групи: 1) шкідники запасів; 2) шкідники матеріалів; 3) паразити людини; 4) паразити домашніх тварин; 5) мешканці домашнього пилу; 6) мешканці плісняви; 7) фауна квіткових горщиків і кімнатних рослин; 8) фауна холодильників.

Шкідники запасів. Німецький вчений Г. Вайднер наводить список 308 видів специфічних домашніх комах. Відомі з курсу екології численні приклади із життя борошнистих хрущиків, що селяться у борошні. Космополітом стала цукрова тля, яка трапляється в природних умовах у Південній Європі. Основним її кормом є цукор, крохмаль та інші вуглеводи, які вона добуває із паперу чи просто брудних ганчірок.

Шкідниками матеріалів є скрипалі та точильники.

Паразити людини і домашніх тварин досить добре вивчені і є об'єктом дослідження окремої дисципліни — паразитології.

Мешканці домашнього пилу представлені головним чином кліщами, які часто є складовою інгаляційних алергенів. Наприклад, у пробах домашнього пилу в квартирах Гамбурга виявлено близько 35 видів кліщів із 22 родин.

Кліщі нагромаджуються в основному у ліжках та м'яких меблях, де трапляються у сотні разів частіше, ніж у решті домашнього пилу. Вони живляться фрагментами шкіри і волосся, яких кожна доросла людина щотижня втрачає близько 5 г.

Справжніми синантропами стали ногохвістки, зокрема, *Seira domestica* (батьківщина Середземномор'я).

Мешканцями плісняви можна визнати *Entomobrya marginata*, яка живиться пліснявими грибами.

Фауна кімнатних рослин представлена тлею та білокрилками. Наприклад, червець *Pseudococcus adonidum* селиться на кактусах. Зелень кімнатних рослин є об'єктом живлення фітофагів, які ссуть їх сік.

Фауна квіткових горщиків представлена ногохвістками, найчастіше трапляється *Folsomia fimetaria* та *F. candida* — дуже дрібні види (0.8–2.0 мм), що добре адаптувалися до умов горщикового субстрату.

Синантропні двокрилі мухи та кімнатні павуки творять ланку трофічного ланцюга. Серед кімнатних павуків налічують 15 видів, які в природних умовах можна зустріти під камінням і опалим листям, під стовбурами дерев і вкриття, у щілинах скель і корі дерев.

Фауна холодильників, незважаючи на несприятливі умови, досить поширена. Це чорна садова мурашка і рудий тарган, чи прусак, а також домова миша.

Фауна підвалів має свої особливі умови існування. Тут більш-менш сталі температура повітря і відносна вологість, освітлення, а головне, достатньо корму (продукти харчування, часто занесені зі сусідніх біотопів — фрукти, овочі). Тому нерідко тут утворюються трофічні ланцюги з кількома ланками, які включають близько 13 видів одних павуків, чимало мокриць, багатоніжок, ногохвісток, домового цвіркуна, жужелиць. Пліснявими грибами, які тут добре розвиваються на дерев'яних конструкціях і стінах, живляться грибоїди. У великих кількостях в підвалах можна зустріти комарів, дрозозфілів (табл. 7.5).

У підвалах поширені слимаки (*Limax flavus*), які живляться картоплею, морквою, буряками, фруктами. Вони дуже плодючі: слимак дає 15–20 кладок по 250–350 яєць. Потомство вилуплюється через 3–4 тижні, а через 9–11 місяців стає статевозрілим. Вид живе 2–5 років.

Серед ссавців у підвалах живуть щур і домова миша.

У приміщеннях, *що постійно опалюють*, створюються сприятливі умови (температура цілорічно підтримується однакова і досить висока). Це будинки нових житлових районів, готелі, ресторани, закриті басейни, лікарні тощо. Тут дуже поширена фараонова мурашка та терміти. Великі колонії

Двокрилі, виявлені у підвалах Лейпціга (1—4) та Дрездена (5-6)
(за Клауснітцером, 1990)

Родина	Підвали						Усього	В процентах
	1	2	3	4	5	6		
Птихоптерида		2				2	2	0.9
Справжні комарі	4	34	3	11	11	85	153	66.8
Дзвінці					1		1	0.4
Сціаріди				1			1	0.4
Горбатки		1		1	9		11	4.8
Дзюрчалки		1					1	0.4
Їжомухи	1		1		1		3	1.3
Дрозофіліди	6	1		23	27		57	24.9

мурашок можуть нараховувати до мільйона особин. Руді таргани, які краще переносять більш теплий і сухий клімат (а також слід враховувати близькість кухонь), домінують, витісняючи чорних тарганів. Одежна міль, батьківщина якої Африка, стала домашнім видом і дає щорічно 3—4 покоління.

Складські і виробничі приміщення мають різні умови для існування фауни, особливо стосовно температурного режиму та наявності того чи іншого корму. Б. Клауснітцер кваліфікує ці приміщення за виробничим принципом: сховища борошна і зерна, пекарні, млини, м'ясокомбінати, винні погреби, склади шкіри, склади текстильних виробництв, книгосховища, гербарні, склади лікарської сировини. Кожному типу зазначених приміщень відповідають певні види фауни.

Обстежуючи млини і зерносховища Гамбурга, німецький зоолог Ф. Цахер (1938, 1939) виявив у них 407 видів (156 видів жуків, 83 — двокрилих, 51 — перетинчастокрилих, 36 — павуків, 26 — метеликів).

В пекарнях протягом століть відомі рудий і чорний таргани і домашній цвіркун. Останнім часом тут можна зустріти фараонову мурашку, мельничну вогнівку, комплекс кліщів.

У м'ясокомбінатах, де зосереджені два види корму — готові продукти і відходи переробки, постійно трапляються м'ясні мухи. Джерелом корму тут для окремих видів є не м'ясо, а личинки двокрилих, яких поїдають жуки стафіліни. Біля м'ясокомбінатів взимку можна побачити велику кількість птахів — сорок, галок, ворон, великих синиць тощо.

У винних погребах з їх більш-менш постійним мікрокліматом (низька температура і висока вологість повітря) та деревиною бочок створюються сприятливі умови для розвитку грибів ксилофітів і жука *Orthoperus atomarius*, який поїдає цю плісняву. Тут трапляються також кілька видів

дрозофіл та грибний комар. Водорості і гриби, якими обростають бочки, є кормом для гусениць, метеликів *Dryadaula pactolia* та інших видів з родів *Tineidae*, *Oenophilidae* та *Gelechiidae*.

На складах шкір живуть в основному жуки-шкіроїди. Склади із текстилем і м'якими меблями заселяють молі та жуки-шкіроїди. Меблі можуть покриватися пліснявою, яку поїдають головним чином сіноїди.

У книгосховищах, особливо тих, що розташовані в цокольних поверхах, розвиваються плісняві гриби, які є кормом сіноїдів та ногохвісток, якими живляться лжескорпіони та домашні павуки.

Особливу групу утворюють *склади з фруктами і овочами, лікарською сировиною, а також гербарні*. Вся ця рослинна продукція є об'єктом живлення великої кількості рослиноїдних комах, значна частина яких завозиться з інших країн. У зоологічних музеях, де виставляються опудала, розвиваються в основному шкіроїди.

Однак міська фауна добре себе почуває не лише всередині приміщень: вона заселяє зовнішні стіни будинків, дахи, балкони. Ці елементи будівель багато в чому нагадують природні утворення, наприклад, скелі з їх тріщинами чи отворами.

На незелених будинках, особливо у щілинах цементних швів, селиться декілька видів павуків, сінокосців, бджіл-колетіс, еваинових ос.

Озеленені стіни багаті на фауну. Тут живуть павуки, зокрема, *Nigma walckenaeri*, який плете павутину на листових пластинках ліан, у в'юнких рослинах селяться мухоловки, горихвістки, снігурі та горобці.

Поширені у сучасних містах *плоскі дахи* із гравійно-бітумним покриттям часто заростають, утворюючи *рослинні угруповання*, які і стають своєрідним біотопом, де поселяється велика кількість членистоногих, павуків (нараховують близько 60 видів), метеликів-совок, а також кілька видів ос. Деколи тут гніздується губатий жайворонок. Балкони, особливо озеленені, заселяють перетинчастокрилі, вуховертки, сонечка, часто тут можна знайти декілька видів бджіл та ос. Гніздуються на балконах і деякі птахи: домовий горобець, сільська і міська ластівки, чорний дрізд.

7.2.2. Фауна забудованих територій

У забудованій території Б. Клауснітцер вирізняє декілька характерних місць проживання міської фауни: міські центри, райони старої забудови, райони новобудов, окремі зелені насадження, контейнерна зелень.

Міські центри — це ділянки, де всі компоненти ландшафту змінені, а деякі і зовсім усунені (грунтовий покрив, рослинність, тваринний світ). Тут площа вегетуючих поверхонь становить близько 10–15%, а в окре-

мих випадках зовсім відсутня. Характерним є підвищення температури повітря, понижена його вологість, спостерігається забруднення атмосферного повітря пилом і сірчистим газом, різними викидами автомобілів. Видовий склад рослин у цій частині міста надзвичайно звужений. В основному він представлений окремими деревами, декоративними квітковими рослинами та газонами, а також острівцями рудеральної рослинності. Абіотичні умови середовища мають і квартали старої забудови.

На високих будівлях цих старовинних ділянок міста розмножуються колонії мешканців скель — галка, сизий голуб, боривітер (пустельга), домашній горобець та ін. (табл. 7.6). В Ликланбурзі (ФРН) із 15 виявлених видів птахів переважали домовий горобець, сизий голуб і звичайний шпак. У невеликих групах дерев гніздується кільчаста горлиця.

В *районах новобудов*, де забудова не є такою щільною, як у старих кварталах, більше незабудованих і незамощених ділянок, покритих зеленню. В цих районах Б. Клауснітцер описує ряд закономірностей (частково — сукцесій), які відбуваються у цих біотопах: а) спочатку домінують види, які гніздуються на будинках; вони становлять понад 90% загальної кількості пар, що будують гнізда; б) в міру розвитку рослинності зростає кількість птахів, які розмножуються в природі на деревах і в чагарниках; в) загальна кількість видів, їх чисельність на 10 га, чисельність пар, що гніздуються, а також щільність заселення із віком району збільшуються.

Характерна закономірність заселення нових житлових районів міською ластівкою: спочатку її кількість швидко зростає, а згодом зменшується, оскільки в міру озеленення територій стає менше матеріалів для побудови гнізд. Крім того, мешканці, щоб не допустити забруднення балконів, руйнують гнізда або не дають можливості птахам їх будувати.

Зменшується в нових житлових районах і чисельність чубатого жайворонка, який не може створити гнізда, оскільки замощення і біогрупи дерев не відповідають умовам його існування. Тому він інколи заселяє плоскі дахи висотних будинків.

В табл. 7.7, поданій за Л. Платом (1981, 1985), показано розвиток популяції птахів, які будують гнізда в районі новобудови м. Ростока (ФРН). Як бачимо, кількість видів за десятиріччя збільшилася втричі. В основному зростає кількість пар, які надають перевагу будівлям і чагарникам. Різко зменшується кількість гніздувань на землі внаслідок збільшення площ, покритих асфальтом і бетоном, а також зростання кількості здичавілих собак і котів.

У процесі розвитку дерев і кущів і опанування ними горизонтального і вертикального просторів території житлового району поступово

Таблиця 7.6

Види птахів, що гніздуються в районах старої забудови.

Індекси: 1 — гніздуються у вигляді виключення; 2 — низька щільність, однак гніздуються більш-менш регулярно;

3 — гніздуються регулярно, щільність середня; 4 — гніздуються регулярно, щільність висока.

Перша цифра — чисельність пар, що гніздуються (ГП); друга цифра — ГП/10 га; + — вид гніздуються

Індекс	Вид	Місто, автор даних, площа, рік підрахунку									
		Карл-Маркс-Штаат Saemann, 1970			Лейпціг Ladusch et al., 1980			Гамбург (центр) Eggers, 1975			Берлін (центр) Grimm, Iheis 1972
		2,5 га 1967/1968			42,8 га 1979			22 га —			— 1956-1970
4	Домовий горобець	11	44	42,2	349	81,5	57,9	43	19,5	40,2	+
4	Чорний стриж	5	20	19,2	46	10,7	7,6	1	0,5	0,9	
3-4	Кільчаста горлиця	3	12	11,7	1	0,2	0,2				
3-4	Чорний дрізд	2	8	7,7	9	2,1	1,5	3	1,4	2,8	+
3	Звичайний шпак	2	8	7,7							+
1-2	Блакитна синиця	1	4	3,7	2	0,5	0,3				
3	Горихвістка-чорногрудка				6	1,4	1,0	2	0,9	1,9	+
2	Звичайний боривітер				3	0,7	0,5	1	0,5	0,9	+
	Сизий голуб				182	42,5	30,2	55	25,0	51,4	
	Кількість видів	7			12			7			5
	Пари, що гніздуються	26			603			107			
	ГП/10 га		104			140,0			48,6		

Таблиця 7.7

Розвиток популяції птахів, які гніздуються в районі новобудови в Росточі
(за Л. Платом, 1981, 1985)

Вид	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Домовий горобець, ГП	93	136	247	326	365	399	392	394	381	366
Міська ластівка, ГП	46	28	50	70	41	35	32	32	41	26
Чубатий жайворонок, ГП	2	2	3	4	3	1	3	3	3	3
Сизий голуб, ГП	3	5	8	15	30	50	45	50	50	20
Горихвістка-чорногрудка, ГП	6	5	6	5	5	4	4	3	3	2
Всього пар, що гніздуються(ГП)	162	187	328	437	464	507	501	509	515	469
ГП/10 га	29,10	33,60	58,90	78,46	83,32	91,02	89,95	91,38	92,46	84,23
Кількість видів	11	11	12	12	11	11	11	12	15	15
Види/10 га	1,97	1,97	2,15	2,15	1,97	1,97	1,97	2,15	2,69	2,69
Різноманіття	1,147	0,955	0,865	0,875	0,830	0,798	0,851	0,871	0,998	0,989
Гніздувань на будинках	119	159	304	415	441	488	478	482	479	413
Гніздувань на деревах	33	19	12	8	6	7	4	5	7	13
Гніздувань на чагарниках	8	7	9	10	14	11	16	19	26	35
Гніздувань на землі	2	2	3	4	3	1	3	3	3	3
Процент видів, що відкрито гніздуються на чагарниках і деревах	25,31	13,90	6,40	4,12	4,31	3,55	3,99	4,72	6,41	10,23

збільшується чисельність кропивниці-тинівки, чорного дрозда і декількох видів горлиць. Як бачимо із табл. 7.7, видове різноманіття після опанування нового житлового району спочатку різко зростає, а згодом зменшується і стабілізується. Наступний процес збільшення видового різноманіття тут тісно пов'язаний з розвитком рослинності.

Цікавим є видовий склад міської фауни, так званих “окремих зелених насаджень”, до яких належать: а) окремі дерева; б) алеї; в) живі огорожі. Це насадження четвертого еколого-фітоценотичного пояса, які служать специфічними екологічними каналами.

Численні негативні фактори міського середовища зменшують життєвість дерев, які часто хворіють і є об'єктами агресії з боку ксилофагів, короїдів та комах, що висмоктують з листової пластинки поживні соки.

Окремі дерева, яких багато у старій і новій забудовах, є своєрідними місцями гніздувань багатьох птахів, зокрема, кільчастої горлиці, великої синиці, звичайного шпака, кропивниці-тинівки, садової горихвістки. Ці дерева активно заселяють фітофаги.

Дерева алеї і вуличних посадок — це своєрідні екологічні коридори, завдяки яким у кожному місті не тільки вливається чисте повітря, але й проникає значна кількість видів комах, птахів і ссавців. Наприклад, перескакуючи з дерева на дерево, в центральну частину міста проникає зелений коник (*Tettigonia viridissima*) і звичайна білка. Таким же шляхом у центр міста потрапляють велика та блакитна синиці. В ґрунтах пристовбурної лунки досить велике зосередження ногохвісток, кліщів, жужелиць тощо.

Зелені огорожі — це своєрідні мікробіогеоценози, які мають добре виражені трофічні і структурні функції (табл. 7.8). Вони є добрим ресурсом як для фітофагів, так і для хижаків і паразитів. Особливо багата фауна ґрунтових огорож.

Комунікаційно-стрічкові ландшафти (транспортні зони) є місцезростаннями, що відрізняються складністю абіотичних і антропогенних факторів середовища. Ґрунти пришляхових екотопів є повністю антропогенізовані (уламки будівельних матеріалів, будівельне сміття, засоленість внаслідок зимового використання кухонної солі, хімічне забруднення карбідами та викидами автотранспорту). Ґрунт уздовж трас є ущільненим, а реакція ґрунтового розчину лужна. Придорожні біотопи, як згадувалося вище, а також захисні смуги (*стрітоценози*), які і є місцем існування багатьох видів фауни, займає рудеральна рослинність. Розрізняють три основні впливи на тваринний світ: а) тварини гинуть внаслідок руху авто-

Значення живих огорож для фауни і приклади трофічних і структурних функцій
(за Клауснітцер, 1990)

Екологічні аспекти	Трофічні	Структурні функції
Фауна і спосіб життя	Кормові зв'язки, ланцюги і мережі	Місця гніздувань (птахи), співу, сну, сховища, місця засади хижаків (павуки), місця зустрічі самців і самок різних груп комах.
Популяційна екологія, популяційна динаміка	Синхронізація стадій розвитку тварин і рослин, конкуренція, хижаки як фактор смертності. Зворотні зв'язки між ланками одного кормового ланцюга	Вплив розміру і ступеня ізоляції живої огорожі, різноманіття її структури, густоти розміщення, ґрунтових факторів, смертності, іміграції й еміграції
Обмін з околицями міста	Кормові ресурси для корінних членистоногих, особливо в екстремальних ситуаціях. Джерело альтернативного господаря для паразитоїдів. Використання нектару, шишку та медяної роси (комахи), плодів (птахи, дрібні ссавці). Потрава дичиною. Джерело шкідливих організмів.	Проміжні стадії для видів з великим радіусом дії (дзюрчалки, сонечка). Рефугії тварин в умовах антропогенних порушень в околицях міста (косовиця, оранка, заходи боротьби з шкідниками). Місця приземлення "повітряного планктону" (дрібні комахи, молоді павуки). Місця зимування тварин з околиць.

транспорту, на транспортних магістралях, які ізолюють місцезростання одне від одного; в) транспортні викиди й інші антропогенні фактори (внесення солі, гербіцидів), що виявляють вирішальний вплив на фауну узбіч; тут можуть виникати так звані антропогенні зональні зооценози. Між ними і природними перехідними екосистемами (екотонами) з характерним краєвим ефектом є суттєві відмінності, зокрема: 1) інша структура угруповань; 2) інша реакція на імігрантів і, напевно, відсутність синекологічних зв'язків, які стабілізують сусідні зооценози; 3) постійний вплив на угруповання догляду за узбіччями доріг, які періодично переривають формування зооценозів внаслідок частого скошування трави і використання гербіцидів (рис. 7.3).

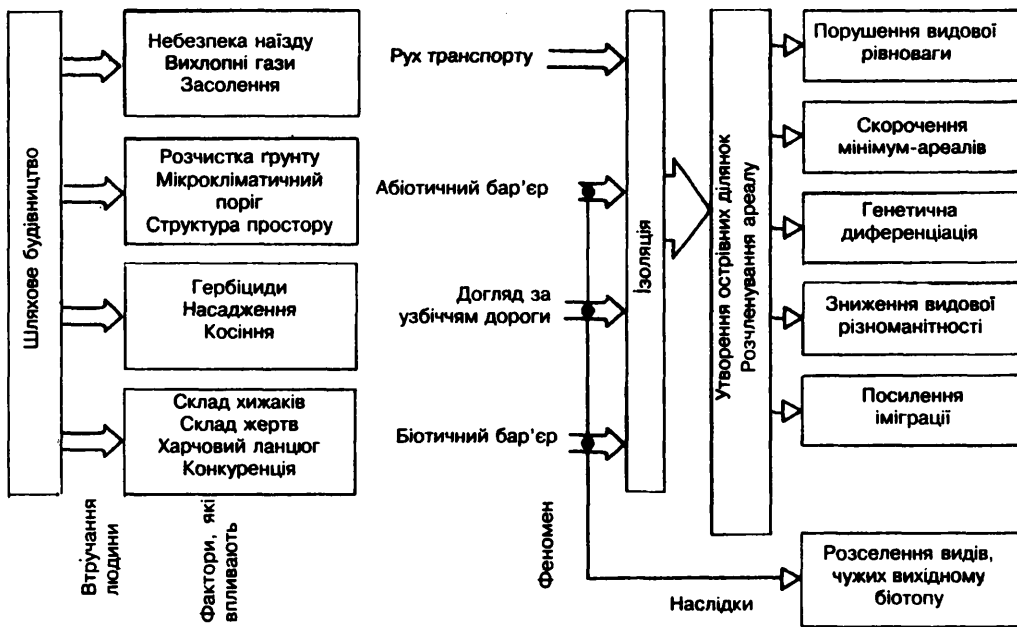


Рис. 7.3. Схема впливу факторів, що внаслідок будівництва шляхів призводить до ізоляції популяцій тварин (за Мадстром, 1979).

Водночас узбіччя являють собою шляхи проникнення євритопних, а також ксеро-, геліо- та термофільних форм. Деякі види знаходять тут оптимальні життєві умови внаслідок великої кількості корму у вигляді мертвих хребетних тварин. Птахи, особливо комахоїдні, знаходять на проїзній частині масу розчавлених комах. Ними ласує і звичайний їжак, часто потрапляючи під колеса автомобілів. Рослиноїдні (домовий горобець, чубатий жайворонок, чорний дрізд) знаходять на проїзній частині фрукти, ягоди, насіння.

Придорожні стрипоценози приваблюють велику кількість фітофагів (дзюрчалка, справжні бджоли тощо), а також птахів і ссавців. Останнім часом тут домінує сорока, яка поїдає пташенят багатьох гніздових птахів, зменшуючи видову різноманітність орнітофауни.

Залізничні споруди і прилеглі зони також є об'єктом поширення багатьох видів міської фауни.

Третій еколого-фітоценотичний пояс міста представлений *міськими садами і скверами* на площах, у "кишенях" вулиць та доріг, всередині кварталів, на територіях промислових підприємств, установ та організацій. Ці зелені зони є центрами поселення тварин. Виявлені тут зооценози є близькими до природних і часто вирізняються видовим багатством. Видовий склад фауни садів і скверів значною мірою залежить від рівня

антропогенізації: замощення, рівня догляду, використання гербіцидів і мінеральних добрив, впливу сусідніх територій, атмосферного забруднення та теплової експансії. Садові рослини заселяються фітофагами, особливо комахами, які ссуть рослинний сік і є консументами першого порядку. Останні, в свою чергу, забезпечують існування багатьох паразитів і хижаків. Лише на яблуні може жити 300 видів фітофагів, близько 300 видів паразитів і 200 видів хижаків. На рис. 7.4 зображений біотоп саду у Відні з фауною.

На відміну від насаджень четвертого еколого-фітоценотичного поясу в ґрунтах насаджень садів і скверів широко представлена фауна дощових черв'яків, які становлять близько 70% усієї безхребетної фауни. В садах виявлено близько 50 видів павуків. Велика частка комах, які живляться нектаром квітів (метелики, бджоли). На добре угноєних городах і у квітниках розвиваються популяції жука-носорога.

В садах висока щільність популяції слимаків. Садова орнітофауна розвивається одночасно із деревними і чагарниковими породами. Найбільший видовий склад птахів відзначено через 20 років після закладки саду. Тут селяться і ссавці: кроти, водяні щурі, куниці, білки.

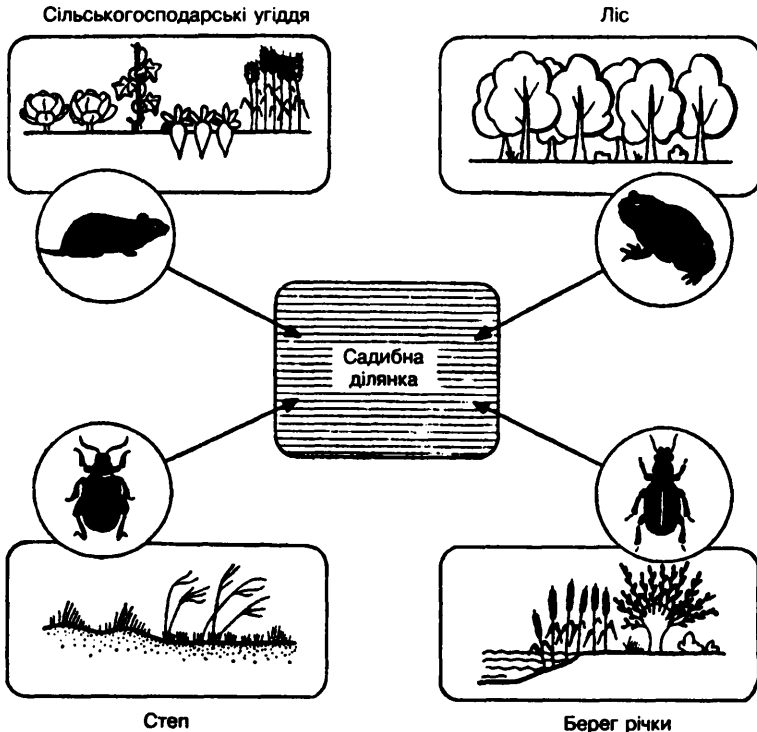


Рис. 7.4. Походження фауни садібної ділянки у Відні (за Schweiger, 1960/61).



В містах значні ділянки займають *пустирі* з досить широким видовим складом рудеральної рослинності (спонтанні та азональні фітоценози). Внаслідок великого вибору корму тут селиться значна кількість фітофагів, особливо тих, що висмоктують рослинний сік. Виявлено близько 100 видів рослиноїдів, особливо поширена муха строкатокрилка (*Oxyna parietina*). Серед птахів, які полюбляють гніздватися на пустирях, болотна очеретянка, чубатий жайворонок, кропив'янка та кам'янка. Тут можна побачити полівку звичайну, домову і польову мишу.

Другий еколого-фітоценотичний пояс представлений *парками та великими зеленими масивами* ботанічних і зоологічних садів, різного типу захисних насаджень, а також рештками природної лісової рослинності. Близькі до природних паркові біотопи заселяє велика кількість суходільних комах. Домінують серед членистоногих евриойкні види, особливо дрібні і рухливі. Завдяки великій кількості рослин, що цвітуть, у парках селиться багато видів дзюрчалок. У чотирьох парках, розташованих в центральній частині Лейпціга, виявлено 49 видів павуків, 4 види рівноногих та 11 видів ногохвісток.

Міські парки часто відрізняються від інших урбанізованих біотопів великою видовою різноманітністю орнітофауни (табл. 7.9). Цьому сприяє розвинута видова горизонтальна і вертикальна структури паркових фітоценозів. Видове різноманіття певною мірою залежить і від величини парку: в більших парках воно, як правило, вище. Обстеження видового складу парків Варшави виявило в них 66 видів птахів, що гніздуються (в найбагатшому парку налічувалось 29 видів із щільністю 104 пари на 10 га). У невеликих центральних парках (парк ім. Ів. Франка у Львові, площа 10 га) щільність досягається за рахунок птахів, які залітають сюди поживитися з інших міських біотопів.

Ботанічні та зоологічні сади, кладовища, санітарно-захисні смуги хоч і мають певні відмінності, але спільним для них є передусім їх значна площа і регульований режим відвідування. Найявністю у цих насадженнях великої кількості дощових черв'яків, як виявилось, сприяє росту особин таких зоофагів, як чорний дрізд, звичайний шпак, звичайний їжак і деякі двокрилі. В цих рослинних "кунсткамерах" ботанічних садів у Галле (ФРН) виявлено 100 видів диких бджіл. У Познанському (Польща) ботанічному саду виявлено 52 види бджіл, які живляться нектаром із 55 видів рослин. Кладовища є місцем гніздування великої кількості птахів. На південному кладовищі у м. Галле (ФРН) налічується 26 видів птахів. Часто на кладовищах трапляються жаба звичайна, ящірка прудка. Регулярно поряд із домашніми кішками можна побачити кам'яну куницю, горностая, звичай-

Види птахів, які гніздуються в міських парках Лейпціга

Вид	Парк внутрішнього кілля (9,7 га)	Фріденспарк (23,2 га)
Чорний дрізд	22	20
Звичайний шпак	10	12
Зеленяк	3	8
Велика синиця	6	8
Зяблик	1	4
Блакитна синиця	2	8
Пришутень	10	3
Кільчаста горлиця	7	1
Домовий горобець	3	—
Берестянка	8	—
Сіра мухоловка	—	2
Прудка славка	4	-
Співочий дрізд	—	2
Садова горихвістка	2	1
Польовий горобець	—	3
Чорноголова кропивниця	—	2
Садова кропивниця	—	—
Канарковий в'юрок	—	4
Шиглик	—	4
Очеретянка	4	—
Галка	2	—

ного їжака, мишей, полівку звичайну, а також “мисливців” за цими ссавцями — яструбів, орлів, сов.

7.2.3. Походження і склад міської фауни

Генезис міських ландшафтів дає підстави стверджувати, що міська фауна складається головним чином з імігрантів, які потрапили до міста з різних середовищ — лісових, лугових, болотяних, степових, скельних (епілітних), печерних (троглобітних), порогових тощо. Щодо походження міської фауни, її варто розподілити на *реліктову* й *адвентивну*. Реліктові, тобто “доміські”, види встановити нелегко, оскільки історія старовинних міст сягає сотень років. Їх можна знайти хіба що в неперемішаних ґрунтах неантропогенізованих міських діляниць (міські парки). В цих біотопах можна знайти окремі види метеликів. До реліктових видів належать мешканці дерев-довгожителів (дубів, буків, модрин, лип, каштанів тощо).

Адвентивні (зайшли) види потрапляли до міста разом із харчовими продуктами, матеріалами, рослинами, а також були занесені сюди різними тваринами. Ці види трапляються головним чином у скляних тепли-

цях, в зонах залізничних вузлів і колій, у портах, на аеродромах, вздовж автотрас, а також серед гемерохорних рослин. Сьогодні важко віднести той чи інший вид до адвентивних, оскільки десятки з них з'явилися в містах надзвичайно давно. *Неофіти*, тих, що прийшли в міста Європи з Америки після 1500 р. (подорожі Колумба), серед адвентивних видів не так багато. Більшість з них належать до *археофітів* (доісторичних і ранньоісторичних), тобто таких, що потрапили в наші міста ще до Середньовіччя (рудий і чорний таргани, домашній цвіркун, блощиця тощо) і зараховані до середньоевропейської фауни.

Географія імпортованих видів різноманітна: Америка, Азія, Африка. В 1959 р. в Центральній Європі був відзначений жук-водолюб із Японії. З Індо-Малайської області разом із земляними горіхами, пташиним кормом і насінням капокового дерева завезений в Центральну Європу жук *Thorictodes heydeni*. Сюди ж з півдня поширюються і заселяють міста перетинчастокрилі *Sceliphron sp.*, а також слимак *Arion lusitanicum*.

У містах можна побачити тварин, які були випущені із неволі і знайшли "свій біотоп" — ящірки, черепахи. На головному кладовищі Фрайбурга з 1969 р. існує популяція сибірського бурундука (батьківщина Японія, Корея), яка налічувала у 80-х роках 120–150 особин. Умови, в яких опинилася популяція, виявилися оптимальними, вона має можливості для подальшого існування.

Троглобіонти — це види, що селяться в природі в печерах, а в містах переважно в підвалах. Якщо в печерах переважають детритофіти, то в підвалах до них додаються хижакі, передусім павуки.

Епілітні, або скельні, види знайшли собі чимало екологічних ніш на висотних будинках, баштах (боривітер, голуби, сипуха, сапсан, чорний стриж, сільська ластівка, кажан, кам'яна куниця та ін.).

Значне місце серед міської фауни займають і домашні тварини (табл. 7.10).

Т а б л и ц я 7.10

Процент деяких домашніх тварин міста Саарбрюккен (ФРН), %

Таксон	Процент	Таксон	Процент
Риби (кількість власників)	6.04	Ссавці	53.50
Черепахи	5.56	Собаки	22.50
Птахи	34.90	Коти	14.19
Хвилясті папуги	16.87	Хом'яки	7.68
Какарки	8.44	Морські свинки	4.94
Інші папуги	2.97	Інші	4.31
Інші	6.62		



Деякі з тварин, особливо собаки і коти, стають суттєвим екологічним фактором. Наприклад, собачі екскременти, з одного боку, мають паразитолого-гігієнічне значення, а з іншого — є трофічним фактором (в середньому 500 г на одну особину). У Франції, наприклад, налічують 7,4 млн собак і приблизно стільки ж котів.

Для розвитку міської фауни важливим фактором стає господарська діяльність, особливо в умовах мезогемеробних та еугемеробних біогеоценозів. Гемерохорні рослини, а це часто інтродуценти, створюють особливі, ще зовсім не вивчені умови існування тваринних організмів та їх популяцій. У керованих еугемеробних біогеоценозах, особливо в газонах та квітниках, шляхом хімічних і біологічних методів боротьби усуваються небажані види. Інколи еугемеробні біогеоценози зазнають інвазій з боку рослиноданих, які завдають значної шкоди культурним рослинам. Тому важливо знати природу гемерохорії міської рослинності. *Гемерохорні рослини* з екологічної точки зору поділяють на чотири групи: 1) види, які зберігаються і після припинення антропогенного впливу, закріплюючись у потенційно природній рослинності і конкурентоздатні у близьких до природи рослинних угрупованнях (агріофіти); 2) види, які займають стійке в нинішній реальній, але не в потенційно природній рослинності (епекофіти); 3) види, хоча і дикорослі, але не здатні тривалий час зберігатися без впливу людини (ефемерофіти); 4) види, які лише культивують (культурні рослини).

Слід зазначити, що рослини-неофіти менше пошкоджують шкідливі фітофаги, ніж автохтонні види. Наприклад, за даними Б. Клауснітцера (1977), у Центральній Європі на кожний автохтонний вид, який піддається порівнянню, припадає 5–10 видів фітофагів. Водночас на 100 видах декоративних рослин було виявлено 166 видів комах-фітофагів: 37 місцевих на 37 місцевих, 85 місцевих на місцевих та інтродукованих, 44 види лише на завезених. Виявилася бідною ентомофауна дерев-неофітів в Англії: каштан їстівний — 5 видів, кінський каштан — 4, горіх — 3, робінія (біла акація) — 1. Водночас на місцевих дубі та березі відзначено понад 200 видів комах.

Часто із завезеними в Центральну Європу рослинами потрапляли і комахи-спеціалісти. Наприклад, разом із буком із Східного Середземномор'я сюди потрапив і широко розповсюдився метелик *Caloptilia syringella*. Зі Сходу та Середземномор'я потрапили в Центральну Європу декілька видів довгоносиків, один з яких — *Otiorhynchus smreczynskii* — спеціалізувався як фітофаг на бірючині і частково на звичайному бузку.

В заселенні гемерохорних рослин значну роль відіграють тлі (табл. 7.11).



Тлі на адвентивних рослинах і неофітах

Рослина	Область поширення	Час першого виявлення в Центральній Європі	Адоксонні види тлі (апохтонні)	Країна першого виявлення, рік
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	Західна Азія	XVIII ст.	<i>Lipaphis fritzmuelleri</i> Börner	Німеччина, 1950
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Схід Північ. Америки	1675	<i>Appendiseta robiniae</i> (Gill)	Швейцарія, 1981
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	Центральна Азія	1837	<i>Impatiensium asiaticum</i> News	Росія, 1967 Москва
<i>Lonicera tatarica</i> L.	Західна Азія		<i>Hyadaphis tataricae</i> (Ajzenburg)	Росія, 1935 Москва

За даними Я. Мюллера, в Східній Німеччині виявлено 21 вид тлі іноземного походження, яка трапляється в містах на гемерохорах і бур'янах. Деякі з них, можливо, завезені (*Impatiensium asiaticum*).

7.2.4. Синантропізація фауни і міські островні місцезростання

Синантропію часто пояснюють як “сумісне життя неодомашнених тварин з людиною”. Точніше, це явище можна пояснити, керуючись двома критеріями: 1) спонтанна присутність організмів у поселеннях людини проти її волі; 2) тісне співіснування з людиною або залежність від її діяльності.

Розрізняють такі форми синантропії: а) облігатна (евсинантропія) — вид поселяється як мінімум в одній з кліматичних зон лише в антропогенних умовах в зоні поселень людини; б) факультативна (олігосинантропія) — види мають у зоні поселення людини оптимальні умови існування, однак утворюють популяції і поза антропоценозами, з яких можлива еміграція в природні біотопи; в) безперервна (*перманентна*) — життєвий цикл виду повністю відбувається в антропоценозах; г) періодична (ксенотропія) — вид перебуває в антропоценозі лише в певний час (наприклад, у період зимівлі) або в інших умовах, не створюючи там самовідновних популяцій; д) часткова — вид належить до антропоценозу на певній стадії життєдіяльності (можливо, лише частину доби), а на іншій — до інших біоценозів. Наприклад, галка цілий день живиться на замських сміттєсховищах, а ночує в міських парках.



Для характеристики синантропії використовують різноманітні індекси. За Єндрічковським, індекс синантропізації W_s означає частку синантропних видів в обстежуваному ценозі:

$$W_s = L_s / L_o,$$

де L_s — кількість синантропних видів; L_o — загальна кількість видів.

Для числового виразу ступеня синантропії виду використовують індекс S_p , який дає змогу, зокрема, точніше розподілити облігатні і факультативні синантропні види:

$$S_i = (2a + b - 2c) / 2,$$

де a — частка особин виду в урбанізованій області, %; b — частка особин того ж виду в аграрній області, %; c — частка (%) особин того ж виду в менш антропогенізованих біотопах.

Цей індекс може мати значення $+100$ — -100 , що означає:

$+100$ — явне надання переваги тільки заселеним людиною місцям;

$+75$ — явне надання переваги заселеним людиною місцям;

$+50$ — надання переваги заселеним людиною місцям;

0 — незалежність від поселень людини;

-25 — надання переваги незаселеним людиною областям;

-50 — уникнення поселень.

Якщо “незалежність від поселень людини” означає рівну частку виду, який розглядається у всіх трьох умовах існування, то індекс набуває значення $+16,7$.

Індекс синантропії для характеристики поведінки різних видів і його вигляд протягом року наведено в табл. 7.12.

У міру наближення до межі ареалу відповідно до збільшення абіотичних факторів спостерігається зростання синантропії, що характерно для південних видів. Із факультативної синантропія стає облігатною, а з періодичної — постійною. Особливо помітне її збільшення у напрямку до півночі. Прикладом може служити муха *Lucilla sericata*, у якої індекс синантропії в Угорщині становив 33, в Чехії — 89, у Фінляндії — 98. Зростання синантропії в напрямку до півночі забезпечує існування видів у тих областях, де в іншому випадку вони існувати не могли б. Тому багато синантропних видів — космополіти. Деяким павукам, поширеним на півдні, властиве зростання синантропії на північній межі їхнього ареалу. Мікроклімат не є лімітуючим фактором для тих особин, які селяться в будівлях.

Синантропізація є однією з граней урбанізації. “Напевно, — відзначає Б. Клауснітцер, — загальноприйнятого визначення урбанізації не існує, проте можуть бути виділені окремі аспекти, які достатньо добре характеризують це явище. Вирішальним є використання видом міської

Ступінь синантропії (Si) найпоширеніших птахів в районі Хельсінкі

Вид	Кількість особин	Процент	Індекс синантропії
Сизий голуб	6758	35.5	+100
Домовий горобець	5171	27.2	+99
Чорний стриж	343	1.8	+89
Біла плиска	269	1.4	+81
Звичайний шпак	399	2.1	+56
Велика синиця	728	3.8	+53
Польовий жайворонок	177	0.9	+50
Міська ластівка	91	0.5	+45
Звичайна вісянка	986	2.0	+44
Сільська ластівка	144	0.8	+29
Білобровий дрізд	148	0.8	+25
Припутень	90	0.5	-5
Зяблик	1098	5.8	-13
Сойка	99	0.5	-17
Чиж	230	1.2	-22
Снігур	109	0.6	-28
Співочий дрізд	341	1.8	-33
Сіра мушкетерка	160	0.8	-34
Малинівка	199	1.0	-39
Чорний дрізд	144	0.8	-44
Шипкарі	280	1.5	-44
Болотяна гаїчка	422	2.2	-56
Великий строкатий дятел	229	1.2	-58
Жовтоголовий корольок	389	2.0	-66
Рябчик	80	0.4	-81
Чубата синиця	60	0.3	-95

екологічної ніші". Автор називає основні особливості цього неспинного процесу:

1. Місто є (або стає) оптимальним біотопом для даного виду, тому він зустрічається або виключно в ньому, або ж виявляє високий рівень рясності. Неоднорідність міських біотопів визначає основні зони заселення. Деякі типово міські структурні елементи служать місцями живлення або розмноження. Види, які будують гнізда в закритих місцях (передусім ті, які використовують пустоти будівель), становлять 75%, а ті, що гніздуються на деревах і у чагарниках, — лише 24%. 2. Відбувається розширення екологічної амплітуди, наприклад, збільшення екологічної пластичності в нових субоптимальних умовах. 3. Міські популяції відносно стабільні. Вони самовідновлюються і лише малою мірою обмінюються особинами зі зовнішньоміською біотою. Для існування популяції немає потреби в регулярній іміграції. 4. Збільшується тривалість життя окремих осо-

бин, продовжується їх репродуктивний період. 5. У межах міста відбувається формування нових особин птахів (орнітогенозів), які не трапляються поза містом. До синантропії і відповідно урбанізації (використання міських екологічних ніш) привели *п'ять принципово рівнозначних факторів* (корм, життєвий і гніздовий простір, клімат, поведінка, зміна вихідних біотопів). Услід за виникненням міських екологічних ніш настає їх одночасне або поперемінне використання разом з природними нішами.

Крім того, в місті менший вплив хижаків і відносно слабка конкуренція. Деякі види користуються додатковим захистом людини. Перегруповані до урбанізації передусім всі евристійні види з високою плодючістю, здатністю до розселення і певною екологічною пластичністю.

Міські “острови” місцезростання — це ізольовані парки, кладовища, невеликі сади, пустирі та водойми, подібні до біотопів, які існують у природі. Від їх площі і ступеня ізоляції значною мірою залежить динамічна рівновага видів і видове різноманіття.

Притік імігрантів, тобто спрямоване переселення і випадкове заселення, компенсується на “острові” загибеллю (елімінацією) видів. Обидві ці зміни залежать від кількості видів на острові, тобто від кількості зайнятих екологічних ніш.

Видове різноманіття фауни “острова” залежить від площі, яку він займає. Внаслідок зменшення площі кількість ресурсів (корм, місця гніздування і схованок) скорочується лінійно, тому в дрібних “острівних” місцезростаннях відносно багато видів. Якісне різноманіття ресурсів зменшується експоненційно.

Очікувана кількість видів у “острівному” біотопі залежить передусім від наявності потенційних мікробіотопів і може бути оцінена за формулою

$$S = c A^z,$$

де S — кількість видів; A — площа острова; c — специфічна для даної групи константа, яка враховує біогеографічні умови; z — показник ступеня, який набуває значення 0.20–0.35 для океанських островів і 0.12–0.1 — для “острівних” місцезростань материка. В міських парках він становить 0.235 — для двокрилих і 0.222 — для жуків.

Слід зауважити, що зооценози невеликих “островів” є нестабільні, оскільки більшість видів представлена тут лише дрібними популяціями, з яких незначна кількість домінує. В конкурентній боротьбі з імігрантами вихідна біота поступається місцем імігрантам.

Великі місцезростання, які складаються із окраїнної і центральної зон

(рис. 7.5), створюють можливості для більшого видового різноманіття. Таке зонування залежить від розмірів, форми і структури “острова”. Чим він менший, тим більша відносна площа крайової зони. “Коли її вплив, — відзначає Б. Клауснітцер, — поширюється на весь спектр і центральна зона зникає, зонування втрачає сенс.” Лісове “острівне” місцезростання з діаметром менше 80 м не можна вважати особливим зоотопом для лісових тварин.

Окраїнна зона, як бачимо з рис. 7.5, піддається сильному антропогенному впливу. Тому всі ці порушення призводять до еміграції стенойкних видів і заміни їх еврийкними, які досить часто досягають високої чисельності. Слідом за скороченням центральної зони різко змінюється щільність видів і структура домінування.

Шляхи заселення “острівних” місцезростань різні. Найчастіше це відбувається повітряним шляхом і стосується не лише крилатих, але і безкрилих комах та інших членистоногих. Відбувається активне і пасивне занесення тварин із різних кліматичних зон людиною, причому вони відразу “поселяються” у сприятливі для них умови (теплиці, культури кормових і фруктових рослин, склади, будинки), чому сприяють також озеленення і благоустрій міських ландшафтів.

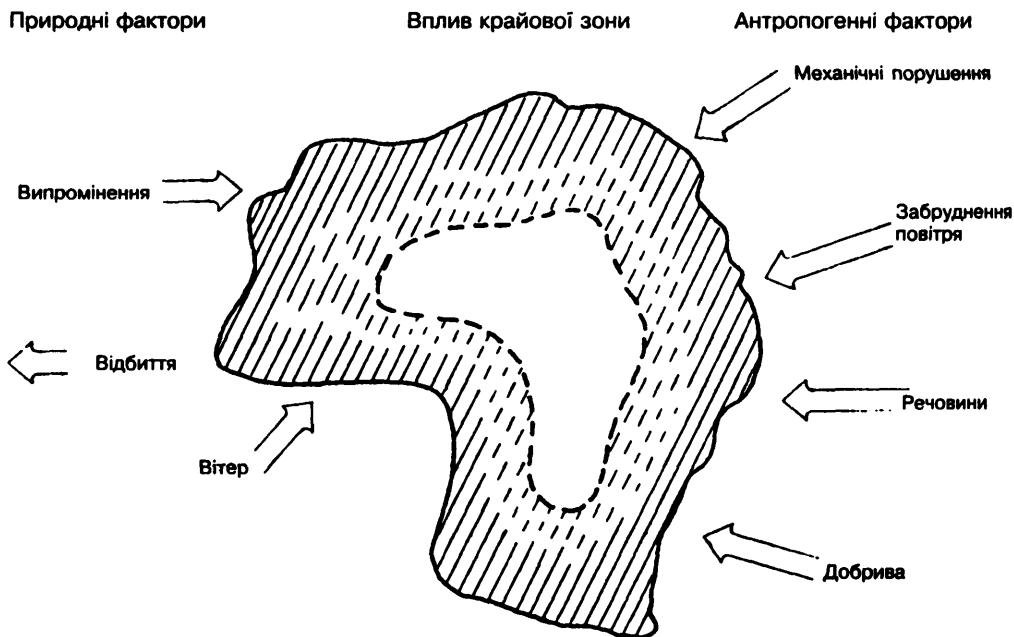


Рис. 7.5. Поділ крупного острівного місцезростання на зони (за Мидером, 1980).

7.2.5. Трофічні ланцюги і мережі міських біотопів

Як бачимо з попередніх розділів, окремі популяції утворюють систему ланцюгів і кормових мереж. Ці трофічні зв'язки повніші і складніші в тих біотопах, які займають значні території — “острови” місцезростання. Однак і в мікробіотопах існування того чи іншого виду залежить від наявності трофічних зв'язків, розвинутості кормового ланцюга.

В міських парках, особливо природного походження (II еколого-фітоценотичний пояс), трофічні ланцюги мало чим відрізняються від лісових біогеоценозів. Незважаючи на спрощеність кормових ланцюгів і мереж у біотопах садів і скверів (III еколого-фітоценотичний пояс), вони все ж функціонують. У них можна простежити, наприклад, такий ланцюг: рослини → тля → первинні паразити → вторинні паразити. Беручи до уваги збіднений видовий склад фітофагів у IV еколого-фітоценотичному поясі (вуличні посадки, насадження площі і промислових майданчиків), тут важче знайти конкурентів другого, а тим більше — третього порядку. Ще складніше сформувані розвинуті кормові ланцюги і мережі в закритих приміщеннях.

7.2.6. Синекологічні стосунки в біоценозі

Уявлення про місце виду в біоценозі можуть дати розрахунки видового різноманіття (міра видової неоднорідності) в угрупованні, яке визначають формулою (за Шенноном)

$$H_s = - \sum_{i=1}^s (n_i / N) \times \ln(n_i / N),$$

де n_i — кількість особин виду i (відповідно N_1, N_2, \dots); N — загальна кількість особин; s — кількість видів.

Видове різноманіття міської фауни зменшується від периферії до центру міста: у невеликих садах H_s становив — 0,719, на кладовищах — 0,956, у лісовому заповіднику — 0,977–1,094.

В синекологічних дослідженнях використовують також такий показник, як *індекс вирівнюваності*, який виражає ступінь різноманіття. Цей показник одночасно може відбивати хід сукцесії. Його розраховують за формулою

$$E = H_s / H_{\max},$$

де H_{\max} — максимальне значення різноманіття в умовах однакової кількості особин усіх видів.

Для порівняння зооценозів різних міських місцезростань, а також для

аналізу їх змін від центру до околиць міста використовують різні індекси подібності (Q_s). Його отримують з формули

$$Q_s = (2j/(a + b)) \times 100,$$

де j — кількість видів, які трапляються одночасно у вибірках 1 і 2; a — кількість видів у вибірці N_1 ; b — кількість видів у вибірці N_2 ;

Цей індекс визначає у відсотках подібність видового складу біоценозів, наприклад, на двох пробних площадках: $Q_s = 0$ — жодного спільного виду на двох площадках; $Q_s = 100$ — всі види для двох площадок спільні.

Для виявлення різниці у ступені проникнення до міста окремих видів використовують репрезентаційний аналіз. Наприклад, видовий склад певного роду тварин поділяють на декілька груп: а) лісові види, які більшменш просунулися в міську “пустельну” зону; б) відносно евринотипні види, які від околиць проникають всередину міста і досягають, можливо за рахунок конкуренції, високого рівня домінування в середній частині А — Е — градієнта, проте не доходять до “пустельної” міської території; в) види, подібні до представників групи б, але досягають “пустельної” міської зони; г) види, які тягнуться до “пустельної” частини градієнта; в решті зон трапляються поодинокі або зовсім відсутні.

Існування орнітофауни також тісно пов'язане з урбогенними градієнтами середовища і зонуванням міста. В міських умовах вирізняють такі угруповання птахів (Клауснітцер, 1990):

а) *орнітофауна природних структур крупних міст* — угруповання “зеленяк-кільчаста горлиця” надають перевагу місцезростанням, де дерева і чагарники займають не менше 50% загальної площі або ж ділянки зелених насаджень у середині забудови площею не менше 2 га; угруповання “канарейковий в'юрок — садова горихвістка — зелений перелітник — кропивниця-тинівка” надає перевагу місцезростанням, де зелені насадження становлять понад 50% загальної території; угруповання “сіра кропивниця — болотна очеретянка” заселяє природні структури з багатим трав'яним і менше вираженим чагарниковим ярусами без дерев передусім рудеральні місцезростання та інші ділянки, які зазнали сильних антропогенних змін; угруповання “чубатого жайворонка”: поселяється на подібних до попереднього типу місцезростаннях, однак з меншим покриттям нижнього ярусу рослинності;

б) *орнітоценози міської забудови*: угруповання “галка — боривітер” Заселяють найвищі будови, наприклад вежі, церкви, промислові споруди мости тощо; угруповання “чорного стрижа”: заселяють переважно середні

висоти (три-, чотириповерхові будинки); угруповання “трясогузка — горихвістка — чорногрудка — сільська ластівка”: заселяє переважно будівлі меншої висоти (в основному двоповерхові будинки, недобудовані будинки, господарські споруди тощо).

Вивчення міських зоогеоценозів перебуває на початковій стадії, а тому важливо нагромаджувати фактичний матеріал про життя окремих видів і угруповань, формування комуляційних зв'язків, створення в біоценозах трофічних ланцюгів і мереж.

7.3. МІКРОБІОЦЕНОЗИ

7.3.1. Трофічні та метаболічні зв'язки

Роль мікроорганізмів у житті міських біоценозів проявляється передусім у сприянні мінералізації органічних решток і перетворенні їх у форми, які засвоюються рослинами. Особливо виразно проявляють вони себе в ґрунтах, створюючи своєрідні мікробіоценози, до складу яких входять бактерії, актиноміцети (мікроорганізми, що поєднують у собі риси бактерій і грибів), гриби, водорості і найпростіші. Слід зауважити, що мікроорганізми здатні зумовити в біогеоценозах процеси, які недоступні ні вищим рослинам, ні тваринам.

Типи зв'язків, які проявляються між членами мікробіоценозу, базуються або на трофічному, або ж на метаболічному характерах стосунків.

У ґрунтовому середовищі особливо рельєфно виражений зв'язок, який здійснюється в системі *хижак-жертва*. Він характеризується активним пошуком і прямою атакою з боку хижака. В ґрунтовому середовищі цей зв'язок проявляється між тваринами і мікроорганізмами, якими вони живляться.

Конкурентна взаємодія полягає в швидкості споживання субстрату. В конкурентній боротьбі перемагає той організм, який має кращі кінетичні параметри росту. Такі стосунки характерні для умов розкладу рослинного опаду на перших стадіях. Конкуренція за легкорозчинні органічні речовини в групі цукролітичних грибів визначається швидкістю їх росту залежно від температури, концентрації субстрату й інших умов середовища. Це зумовлює зміну одних форм зв'язків іншими, тобто є рушійною силою сукцесійних змін (деградаційна сукцесія). В міських умовах часто ці процеси сповільнюються внаслідок пригнічення росту мікроорганізмів через ущільнення та забруднення ґрунтів, а також їх ксерофілізації й алкалізації.

Серед мікроорганізмів широко відомі *метабіотичні* та *синтрофі* зв'язки. В процесі *метабіозу* (від грецьк. *мета* — після, *біос* — життя) одна група

організмів підготовляє умови, потрібні для наступної дії інших організмів. У природних умовах мікроорганізми, що перебувають у метабіотичних стосунках, функціонують у певній послідовності, внаслідок чого відбувається швидкий і повний розклад різних органічних залишків. Наприклад, амоніфікуючі мікроорганізми розщеплюють білок з утворенням аміаку, а нітрифікуючі бактерії окислюють аміак до азотистої, а потім до азотної кислоти. Метабіоз відіграє важливу роль у біологічному кругообігу речовини.

Синтрофними стосунками називають кормові зв'язки, в процесі яких субстрат вживають тільки змінені популяції, не здатні до його використання в чистій культурі. Найпоширеніший механізм, покладений в основу синтрофної взаємодії, є обмін факторами росту. Внаслідок синтрофних стосунків між метаноутворювальними бактеріями і первинними анаеробами метаногенна популяція набуває здатності перетворювати в метан широкий спектр субстратів, які в анаеробних умовах недоступні чистим культурам.

Метаболічні (алелохімічні) зв'язки проявляються у виділенні в зовнішнє середовище різних продуктів, які виконують функції сигнальних метаболітів. Наприклад, рослини виділяють речовини, названі колінами, які виконують роль регуляторів внутрішніх і зовнішніх стосунків, що ведуть до оновлення розвитку і змін рослинного покриву в біогеоценозі. Комахи утворюють різноманітні речовини, які відштовхують (репеленти) або приваблюють (атрактанти) інших комах або ж особин іншої статі.

Мікроорганізми виділяють у довкілля фізіологічно активні речовини різної хімічної природи, загальною біологічною властивістю яких є те, що вони діють у малих концентраціях і виконують функцію сигналу в роботі системи. Сигнальні метаболіти — основна “мова” мікробного світу.

Трофічні і метаболічні механізми стосунків є основою усіх асоціацій, що об'єднують різні організми. Ці стосунки можуть бути як “позитивними” для окремих учасників асоціації, так і “негативними”. Серед “позитивних” виділяють стосунки типу симбіозу, протокооперації, коменсалізму, мутуалізму. Стосунки негативного характеру будуються за типами паразитизму або ж антагонізму.

Симбіоз (термін введений у 1879 р. А. де Барі) — форма тривалого співжиття організмів різних видів, коли обидва організми (симбіонти) мають якусь користь від співжиття. Відомий симбіоз бульбочкових бактерій (азотобактерів) із бобовими та іншими рослинами. Цей тип зв'язків дає можливість створювати сприятливі умови живлення для рослин, що висаджуються на бідних міських ґрунтах або ж на девастованих землях.

Протокооперація — сумісне засвоєння субстрату двома популяціями, коли вони разом швидше і глибше використовують його, ніж окремо.

Наприклад, розклад целюлози відбувається краще з участю азотофіксаторів. У протокооперації чітко прослідковуються синтрофні зв'язки.

Коменсалізм (від лат. *коменсаліз* — співтрапезник) — співжиття одних організмів з іншими, котрі служать місцем зростання, а перші їм не шкодять. Коменсалами є багато мікроорганізмів, які живуть на зовнішньому покриві і внутрішніх органах вищих організмів — тварин і рослин. Наприклад, у ролі коменсалів виступають епіфіти, які колонізують надземні частини рослин. Ендокоменсали живуть в кишковому тракті. Не всі вони байдужі до макроорганізму-господаря: коменсали виробляють вітаміни, ферменти, створюють певне середовище, сприяють кращому перетравленню та засвоєнню їжі.

Мутуалізм (від лат. *мутус* — взаємний) — форма співжиття організмів, при якій організми, що співіснують, є взаємокорисними. Мутуалізм вважають крайнім ступенем симбіотичних стосунків, коли організми-симбіонти не можуть жити нарізно. Яскравим прикладом мутуалізму є лишайники, де взаємодіють гриби і водорості. Зв'язок переважно здійснюється через живлення: мікроорганізми постачають господаря вітамінами, стеролами, а від нього одержують укріття і корм.

В умовах міських ґрунтів є надзвичайно напруженими мутуалістичні зв'язки, які існують між деякими мікоризними грибами і кореневими системами дерев і кущів. Виявляється, що полютанти, які потрапляють з атмосфери в ґрунт, пошкоджують ці гриби, що негативно впливає на кореневе живлення.

Паразитизм (від грецьк. *паразітос* — дармоїд) — одна з форм співжиття організмів різних видів, з яких один (паразит) живе за рахунок іншого (господаря). Значна частина бактерій, дріжджів, грибів паразитує на рослинах і тваринах, зумовлюючи патологічні зміни, спричинюючи різні хвороби. Типовими паразитами в ґрунті є бделловібріони (*Bdellovibrio bacteriovorus*). Вони активно атакують більш крупні бактерії, потрапляють в їхні клітини і там розмножуються. Відомі випадки складного паразитизму: мікроорганізми живуть як паразити в тілі ґрунтових кліщів, які, в свою чергу, паразитують на коріннях рослин.

Антагонізм (антибіоз) — явище, поширене у мікробному світі, яке проявляється в пригніченні одного організму іншим. Розрізняють три типи проявів антагоністичних стосунків. Перший — *конкуренція за джерела живлення*. Мікроорганізми, які швидко розвиваються, інтенсивніше вживають субстрат, обмежуючи цим ріст іншим організмам, що живляться тим самим субстратом. Другий проявляється у *пригніченні росту за рахунок утворення токсичних речовин*, що негативно впливають на

інший організм. Третій — *утворення антибіотиків* — хімічних речовин мікробіологічного походження, які пригнічують життєдіяльність хвороботворних мікроорганізмів і навіть убивають їх. Першим антибіотиком, виділеним із культури одного із видів гриба *Penicillium*, був пеніцилін (1929 р.). Сьогодні суперечливим залишається питання про значення антибіотиків як екологічного фактора, що впливає на формування і функціонування угруповань безпосередньо в природному середовищі — в ґрунті.

7.3.2. Взаємозв'язки мікроорганізмів з рослинами

У біоценозах групи організмів утворюють функціональні одиниці, які називають *консорціями*. *Консорція* (від лат. консортіо — *спільність, співучасть*) — *група видів тварин і рослин, більше або менше пов'язаних з одним із індивідуумів або з цілою популяцією будь-якого виду рослин чи тварин*. Консортні зв'язки насамперед виявляються при паразитизмі та різноманітних формах симбіозу. *Ядром консорції першого розряду є автотрофні організми, які майже не мають безпосередніх зв'язків один з одним*.

Вчення про консорції було створене в 50-ті роки ботаніком А.Г. Раменським (1884–1953) та зоологом В.М. Беклемішевим (1890–1962), які вважали, що життєдіяльність популяцій, об'єднаних в консорцію, визначається центральним видом — *едифікатором* (від лат. *едифікатор* — будівник). Звичайно в ролі едифікатора виступає автотрофний організм — зелена рослина, яка утворює ядро консорції (рис. 7.6). З ними пов'язані різні гетеротрофні організми, які утворюють довкола центра кола першого, другого, третього і т.д. порядку (концентри) залежно від ступеня їх зв'язку з едифікатором консорції. Консорти різних кіл послідовно руйнують органічні речовини, створені центральним видом та іншими автотрофами, і використовують ввібрану в них енергію.

Кваліфікуючи форми і міцність зв'язків консортів з конкретним детермінантом (ядром), наприклад деревом, виявляють такі категорії (Рафес, 1974):

1. Особини, що проживають лише на одному виді дерева і живляться лише його тканиною (*монофаги*), тобто облігатні консорти. При сумісному існуванні їх в одному біогеоценозі з детермінантом консортний зв'язок реалізується неминуче. Деякі з них пов'язані з детермінантом протягом усього циклу розвитку (наприклад, дендробіонти), а деякі — лише протягом його частини. Існують види (наприклад, комахи), котрі живуть на дереві в період живлення, а відкладати лялечки спускаються в підстилку.

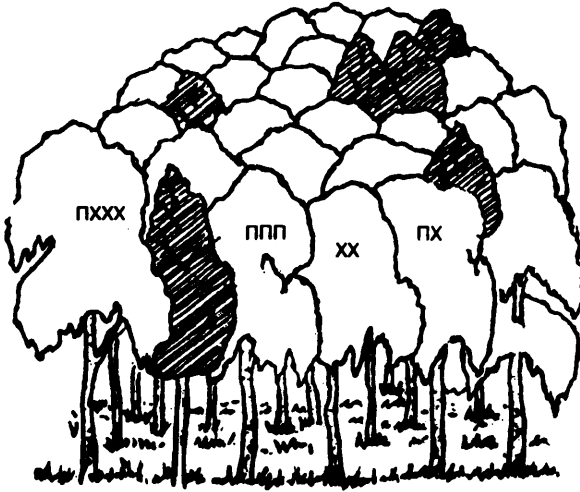


Рис. 7.6. Популяційні консорції берези (світлі крони) та осики (заштриховані крони). Буквами П (березовий п'ядун) та Х (чубатка-вербаюдка) показано випадкове розташування особин двох видів комах в індивідуальних консорціях.

2. Особини, які проживають на декількох видах дерев (наприклад, береза, осика, верба), тобто *олігофаги*, належать до видових консорцій усіх цих дерев; входження ж кожного з них у популяційну консорцію того чи іншого виду-детермінанта в конкретному біогеоценозі буде залежати від ступеня надання переваги з боку консорта, від ступеня резистентності (опору) з боку детермінанта, від популяційних особливостей першого і другого.

3. Види, пов'язані (різним ступенем облігатності) не з детермінантом, а з консортами різних концентрів. Формування внутрішніх зв'язків може бути особливо складним у специфічних частинах консорцій (називають мезосинузіями), які обмежені плодом, галлом, якоюсь частиною рослини, що характеризуються особливими умовами. Однак і в мезосинузіях простежуються консорти різних концентрів.

На рис. 7.7 зображена спрощена схема консорції берези (за Рафес, 1974). У першому концентрі (I) показані лише два види листогризучих лускокрилих, в другому (II) їх основні паразити і хижаки, в третьому (III) — група м'ясоїдних, які живуть за рахунок консортів другого концентру. Як бачимо, консорти другого концентру можуть обмінюватися речовиною. Наприклад, комахоїдні птахи поїдають не лише шкідників листя, але й наїзників, котрі, як і птахи, живляться шкідниками. Отже, можна зробити висновок, що кількість ланок у кормових ланцюгах може бути і більшою, ніж концентрів у консорції (наприклад, між п'ядуном і птахами можуть виявитися наїзники). Таким чином, консорція — це складова біогеоценоза.

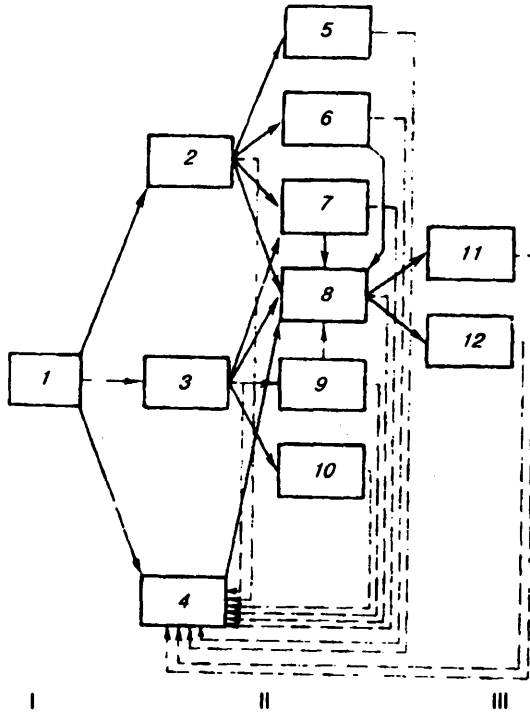


Рис. 7.7. Схема консорції:

- 1 — береза (детермінант); 2 — березовий п'ядун; 3 — чубатка-вербалюдка; 4 — сапротрофи; 5 — віруси; 6 — їдці; 7 — джоттяки; 8 — комахоїдні птахи; 9 — тахіни; 10 — баціли; 11 — паразитичні комахи; 12 — хижі птахи; I, II, III — центри.

У будь-якому суходільному біогеоценозі, який передусім характеризується фітоценозом, кожна рослина (продуцент органічної речовини) являє собою і детермінант консорції, тобто основу ланцюгів живлення, що визначають шляхи використання первинної продукції і енергії, котра міститься у ній; в жодному біогеоценозі не формується видова консорція у повному її складі, а характер конкретної консорції визначається специфічними для детермінанта ґрунтовими і атмосферними умовами і особливостями консортів, які мешкають у цих біогеоценозах.

Т.А. Работнов розрізняє в консорції такі функціональні групи: *біотрофи* — живляться тканиною живої рослини; *екскрісотрофи* — використовують виділення живої рослини через коріння, кору стовбура, листя; *сапротрофи* — розкладають мертві тканини рослин. Крім того, у віддалених концентрах є паразити тварин і паразити паразитів (паразитоїди).

До групи *біотрофів* належать рослиноїдні тварини, мікроорганізми, що живуть у тканинах рослин, ґрунтові членистоногі і черв'яки, які живляться живим корінням.



До групи *екскрісотрофів* належать мікроорганізми, які живуть на поверхні листя і коріння, і мікробні популяції нектарників, соковиділень дерев, мешканці плодів і ягід, поверхонь бруньок, а також тлі — споживачі виділень листя.

Групу *сапротрофів* об'єднують організми, які зосереджені головним чином у підстилці. Вони розкладають мертвий рослинний відпад (листя, гілки, кора, коріння), трупи тварин, мікробні клітини.

Розуміння консорції як елемента усіх типів гемеробних біогеоценозів міста дає можливість впливати на формування повночленних консортних об'єднань з повною ієрархією концентрів — до третього і подальших рівнів. У ролі ядер консорцій часто виступають поодинокі дерева вуличних посадок і площ, які вимагають особливої уваги в процесі вирощування і догляду.

В зелених насадженнях міст основну фітомеліоративну функцію виконує фотосинтетичний апарат листових пластинок (кисневиділення, зволоження повітря, газопоглинання, пилофільтрація тощо). Тому важливо знати взаємозв'язки рослин з мікроорганізмами, які живуть на поверхні листової пластинки, розташовуючись довкола продохів і вздовж провідних судин листка. Однією із особливостей цих *епіфітних мікроорганізмів* є наявність в їх клітинах каратиноїдних пігментів (звідси забарвлення їх колоній у жовтувато-червоні кольори) або чорних меланінів, які захищають клітини летального фотоокислення (Баб'єва, Зенова, 1989).

Іншою характерною особливістю епіфітних мікроорганізмів вважають виділення позаклітинних слизистих речовин полісахаридної природи, які сприяють прикріпленню клітин до твердої поверхні листя, що дає змогу запобігти їх змиванню дощовими водами. Епіфіти, — за образом висловленням І.П. Баб'євої та Г.М. Зенової, — виконують роль “сміттярів”, живлячись виділеннями листя.

Однак епіфітам відведена не лише роль “сміттярів”: колонізуючи поверхню, епіфіти перешкоджають активному розвитку патогенних мікроорганізмів і захищають рослину від інфекції. Слід зазначити, що і самі епіфіти часто є потенційними патогенами і у випадку ослаблення організму можуть на ньому паразитувати.

Виявлена здатність філософерних (поверхневих) мікроорганізмів фіксувати молекулярний азот атмосфери. За даними М.М. Умарова (1986), 30% азотофіксації епіфітів надходить до тканин рослин. Деякі епіфітні бактерії (*Pseudomonas syringae*) здатні синтезувати білок.

Забруднення атмосферного повітря та його ксерофілізація негативно впливають на розвиток епіфітних мікроорганізмів. Чутливі до забруднен-

ня атмосферного повітря, вони нерідко відіграють роль *біоіндикаторів* стану довкілля.

Як зазначено вище, *забруднення міського атмосферного басейну веде до забруднення ґрунтів, в яких розташовані кореневі системи рослин з колоніями ризопланових, бульбочкових і мікоризотворних мікроорганізмів.*

У ризоплані, на поверхні коріння, селяться переважно неспоріві бактерії із групи псевдомонад, здатних фіксувати азот і здійснювати денітрифікацію, що впливає на азотне живлення рослин. Коріння, за даними І.П.Баб'євої та Г.М.Зенової, виділяють близько 10 різних цукрів, переважно глюкози і фруктози. Ці виділення (муцигель), що мають вигляд слизу, покривають поверхню коріння і є доброю поживою для мікроорганізмів. Тому на поверхні коріння кількість мікроорганізмів у тисячі разів більша, ніж у ґрунті. Вони часто утворюють на поверхні коріння суцільну плівку.

Бульбочкові бактерії живуть вільно в ґрунті, у ризосфері, в ризоплані, проникають у коріння бобових рослин, зумовлюючи утворення на них особливих наростів у вигляді бульбочок різної величини і форми. Симбіотичні стосунки між бульбочковими бактеріями і рослинами полягають у тому, що рослини постачають їм цукри і мінеральні сполуки, а бактерії рослин — синтезовані азотисті сполуки. У співжитті з бобовими рослинами бульбочкові бактерії можуть зв'язати за вегетаційний період більш як 100 кг/га атмосферного азоту.

Бульбочкові бактерії відзначаються такими властивостями: *специфічністю* (здатність утворювати бульбочки лише на родинних групах бобових рослин), *вірулентністю* (здатність заражати рослини) та *ефективністю*, яка визначається величиною зв'язаного атмосферного азоту на одиницю витраченого енергетичного матеріалу.

Проте не лише бобові володіють симбіотичними зв'язками з мікроорганізмами. Описано понад 200 видів рослин, які мають мікробних симбіонтів, серед яких, наприклад, представник голонасінних — гінкго. З бульбочок вільхи виділено в чисту культуру мікроорганізми, які відповідальні за їх утворення. Ними виявилися актиноміцети (променисті гриби) із загальною назвою *Frankia*.

Мікориза (грибокорінь) — симбіоз грибів з вищими рослинами. Назву запропонував німецький вчений А.В. Франк. Розрізняють *ендотрофну* і *ектотрофну* мікоризи. При ендотрофній мікоризі міцелій гриба поширюється в тканинах кореня, а іноді — усієї рослини (орхідні, вересові та інші трав'яні та окремі деревні рослини). При ектотрофній мікоризі міцелій гриба обплітає кінцеві відгалуження коренів, утворюючи на них так звані

мікоризні чохлаи. Характерно, що на корінцях, вкритих мікоризними чохлами, кореневих волосків немає (деревні та чагарникові рослини).

Внаслідок мікоризного симбіозу гриб одержує від рослини поживні речовини, в основному вуглеводи. Рослина за допомогою гриба може засвоювати недоступні для неї немінералізовані органічні азотисті сполуки. Інколи симбіотичні зв'язки між грибом і рослиною порушуються, і гриб виступає як паразит щодо рослини. У зоні бореальних лісів у деревних рослин поширена головним чином ектоендотрофна мікориза, яка являє собою проміжний тип зв'язку гриба з рослиною. В цьому випадку мікориза утворює поверхневий чохол зі зовнішніми гіфами, що виходять назовні, а частина гіфа проходить всередину тканини коріння, не заходячи до центрального циліндра та меристеми. Утворюється з участю дискоміцетів. Екзоендотрофна мікориза веде до значних морфологічних змін коріння, які під її впливом інтенсивно розгалужуються. Багато ектомікоризних грибів утворюють антибіотики і захищають рослину від корневих хвороб. Особливо важлива роль мікоризи в забезпеченні рослин доступними формами фосфору.

Найбільше мікроорганізмів зосереджено в ризосфері — ґрунтовому середовищі, що оточує кореневу систему рослин. У ризосфері містяться кореневі виділення, відмерлі кореневі волоски, мікроорганізми, здебільшого бактерії, гриби й актиноміцети. Мікроорганізми ризосфери використовують кореневі виділення рослин для живлення, а рослина використовує з ризосфери продукти мінералізованих мікроорганізмами органічних решток і мобілізованих ними речовин гумусу. Найбільше мікроорганізмів спостерігається на поверхні живих коренів, вони ніби одягають корінець суцільним чохлаком (так звана бактеріоза).

Частка кореневого виділення від загальної кількості синтезованої рослиною органічної речовини оцінюється в 20–30%, а в окремих випадках — 50% (Баб'єва, Зенова, 1989). З екологічної точки зору явище “викиду” у зовнішнє середовище великої частки створюваної продукції пояснюється тим, що будь-які організми живуть у природі невідособлено, а в угрупованнях, де взаємодія між його членами обов'язково передбачає і обмін метаболітами, без чого складні живі системи не могли б існувати.

У ризосфері концентруються мікроорганізми вибірково. Переважають неспоріві бактерії — денітрофіксатори, а також амоніфіксатори. Якщо взяти до уваги, що моденітрифікуючі бактерії, згідно з сучасними уявленнями, здатні переключатися на азотфіксацію, то стає зрозумілим, що ризосфера — це та область ґрунту, де найактивніше здійснюються процеси метаболізму.

7.3.3. Взаємозв'язки мікроорганізмів і ґрунтових тварин

Слід брати до уваги, що ніякі ґрунтові тварини не переробляють рослинний матеріал без участі мікроорганізмів. *Сапрофітні мікроорганізми разом із безхребетними утворюють у ґрунті та підстилці зоомікробні комплекси.* Тварини в цьому об'єднанні здійснюють механічне здрібнювання рослинного опаду та "переробку" його в кишечнику та екскрементів з участю мікроорганізмів. Перероблений у травному тракті рослинний опад стає доступнішим для подальшої деструкції.

Зі зменшенням розміру ґрунтових безхребетних тварин в їхньому кормовому раціоні зростає питома вага (від 25 до 70%) мікроорганізмів, які заселяють поживний субстрат. Більшість ґрунтових найпростіших повністю залежать від мікробного корму. Характерним є те, що слідом за спалахом росту мікроорганізмів різко зростає чисельність найпростіших.

Мезофауна здійснює лише часткову мінералізацію спожитих органічних речовин, яка оцінюється інтенсивністю дихання і становить 8–20% у різних безхребетних. Окрім екскрементів в середовище надходить значна кількість (до 30% спожитого корму у диплопод) рідких і газоподібних продуктів дбміну, які використовуються мікроорганізмами.

Об'єктивною оцінкою прямої участі безхребетних у мінералізації органічних речовин, які надходять до ґрунту, може служити їх вклад у сумарну інтенсивність дихання. Помітний вклад у цей процес вносять лише мікроартроподи (5–30% сумарної швидкості утворення CO_2 в підстилці) і найпростіші (5–10% інтенсивності дихання ґрунту). Дихальна активність мезофауни невелика, причому близько 10% її зумовлено життєдіяльністю кишкової мікрофлори.

Мезофауна змінює склад мікробного угруповання на користь швидко-ростучих бактерій, мікроартроподи спеціалізуються в основному на споживанні грибного міцелію, а представники нанофауни живуть переважно за рахунок бактерій. Складні процеси взаємодії різних груп ґрунтової біоти, які утворюють єдиний зоомікробний комплекс, прискорюють обмін речовин у ґрунті, що сприяє зростанню первинної продукції біогеоценозів.

7.3.4. Біотрансформація екзогенних речовин у міських біогеоценозах

У сучасній біосфері, особливо у великих міських екосистемах, ґрунтові організми зазнають впливу широкого набору природних і антропогенних біологічно активних речовин. Принципове значення мають такі екологічно важливі обставини (Телитченко, Остроумов, 1990):



1. Екзогенні (від грецьк. *εξο* — ззовні) речовини, перебуваючи у зовнішньому середовищі, зазнають впливу комплексу біотичних і абіотичних факторів, які зумовляють їх хімічні перетворення, інактивацію чи, навпаки, активацію.

2. На шляху до реалізації екологічної і біологічної ролі багато екзогенних речовин зазнають ферментативної біотрансформації, яка часто зумовлює їх інактивацію чи активацію.

3. Продукти біотрансформації екзогенних речовин, пройшовши через організми, нерідко зберігають або навіть збільшують свою біологічну активність (в екологічному значенні) стосовно інших організмів.

4. Прикладне використання або значення ряду речовин, що вносяться в екосистеми, полягає якраз в їхній здатності зазнавати певної біотрансформації іззовні або всередині організмів.

Екзогенні речовини, які є чужими для біоти, часто називають *ксенобіотиками* (від грецьк. *κσενος* — чужий, *βίος* — життя). Розрізняють такі етапи трансформації ксенобіотиків у біогеоценозах: 1) розпад ксенобіотиків; 2) окислювально-відновні реакції із участю ксенобіотиків; 3) реакції приєднання; 4) перехід ксенобіотиків з одного середовища в інше; 5) адсорбція ксенобіотиків на дрібних частинках біотичного чи абіотичного походження. Перебіг цих етапів існування ксенобіотиків у реальних біогеоценозах здійснюється в умовах найтіснішої взаємодії біотичних і абіотичних факторів.

Розпад (деградація) ксенобіотиків може відбуватися під дією ферментів, а також у процесі гідролізу у водному середовищі чи фотолізу під впливом світла. Наприклад, пестицид пропанід піддається гідролізу в агроєкосистемах з утворенням 3,4-дихлораніліну, який здатний дуже довго зберігатися в ґрунті і забруднювати продукцію рослинності.



8

ПОПУЛЯЦІЯ ЛЮДЕЙ ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я

8.1. СТРУКТУРА І ДИНАМІКА МІСЬКИХ ПОПУЛЯЦІЙ

Популяцію людей можна було б віднести до поліценотичної, тобто такої, яка переміщається від одного біогеоценозу до іншого, з однієї екосистеми в іншу, з одних умов середовища в інші. Дійсно, мешканець міста протягом доби, сезону чи року безліч разів змінює умови існування свого організму, виявляючи велику здатність до адаптацій. У межах популяції людина підтримує певний рівень чисельності і щільності народжуваності та смертності. За участю соціального регулятора забезпечується певний рівень вікової і статевої структур.

Міському екологу, який займається демографією популяції людини, так само, як і екологу, що вивчає, наприклад, демографію оленя чи куріпки, необхідно виконати головне завдання: описати, витлумачити і зрозуміти закономірності поширення і динаміки чисельності міського населення. При цьому йому доведеться використати відому з популяційної екології формулу:

$$N_{t+1} = N_t + B - D + C - E,$$

де N_{t+1} — кількість особин, які заселяють місто в даний час (скажімо, на 1 січня поточного року); N_t — кількість особин, які перебували там раніше (наприклад, станом на 1 січня минулого року); B — кількість особин, які народилися протягом минулого року; D — кількість загиблих особин за минулий рік; C — кількість особин, які імігрували за минулий рік; E — кількість особин, які емігрували за минулий рік.

Для міського еколога важливо з'ясувати причини, які впливають на величину N_{t+1} , або ж передбачити величину N_t . Ці причини можуть бути



як соціального (рівень і спосіб життя, професійні мотиви розселення і т.д.), так і біологічного (наприклад, вікова і статева структури) характеру. Як відомо, виділяють три типи вікових пірамід: а) з широкою основою і відповідно високим відсотком молодого населення (наприклад, міста енергетиків); б) середній тип з помірним відсотком молоді; в) з вузькою основою і чисельною перевагою старшого покоління над молодим.

Міські популяції в багатьох країнах починають свій відлік від 2,5 тис. чол., а в окремих країнах цей показник значно більший і коливається в межах 10–15 тис. Рівень урбанізації часто оцінюють відсотковим складом міського населення, тобто міської популяції. При цьому враховують два аспекти: натуральний приріст міської популяції (перевага народжуваності над смертністю) та ріст за рахунок імміграції, в основному сільського населення.

Слід зауважити, якщо в середньому подвоєння росту людської популяції на Землі відбувається раз у 41 рік, то для міської популяції цей показник становить 22 роки, а для міської популяції слаборозвинутих країн — 15 років.

Для розуміння проблем урбанізації і росту міст на нашій планеті, що надзвичайно швидко урбанізується, необхідно враховувати специфіку традицій націй і народностей. У період 1900–1993 рр. ріст народонаселення в міських ареалах збільшився у відсотковому виразі з 14 до 45% (73% — в промислово розвинутих і 34% — в слаборозвинутих країнах). Передбачається, що в 2025 р. кількість міського населення на планеті досягне 61%. Великі міста ростуть, як гриби після дощу. Сьогодні, як уже згадувалося, один з десяти мешканців планети живе у місті з населенням 1 млн і більше (табл. 8.1).

Т а б л и ц я 8.1

Ріст міських популяцій у мегаполісах (1992 р. і 2000 р.), млн

Мегаміс	1992 р.	2000 р. (проект.)
Токіо — Йокогама	15,8	18,8
Сан-Пауло	19,2	22,1
Нью-Йорк—Нью-Джерсі	16,2	16,8
Лос-Анджелес	11,9	13,9
Мехіко	15,3	25,6
Бомбей	13,3	15,4
Сеул	11,6	13,5
Шанхай	14,1	17,0

Ріст міських популяцій притаманний і Україні: якщо у 1984 р. кількість міського населення становила 32,5 млн чол., або 64,1%, то у 1993 р. —



35,5 млн, або 68%. До речі, сьогодні демографічну долю міських популяцій України визначають такі фактори, як смертність та еміграція.

У великих містах України, які інтенсивно розвивалися в основному за рахунок екстенсивного розвитку виробництва і росту міського населення, відбувається диференціація популяцій. Наприклад, у Києві на Подолі живе “стара” популяція, яка веде свій родовід із давніх часів, а в Дарниці — “молода”, яка в основному сформувалася в повоєнний період. У Львові в межах старої забудови (Підзамче, Галицьке і Краківське передмістя, центр, “місто за мурами”, Привокзальна) впродовж останніх століть складалася “стара” популяція із особливим способом життя, про який складено чимало оповідок і пісень. З 60-х років почали формуватися “молоді” популяції в нових житлових районах за рахунок іміграції іззовні. Наприклад, у 1959 р. населення Львова становило 441 тис., у 1979 р. — 667 тис., а у 1989 р. — 793 тис. Цей ріст населення відбувся за рахунок будівництва великих житлових районів — Південного, Північного, Сихівського та ін. Мешканці нових районів — переважно сільське населення, що приїхало до Львова в пошуках роботи. Воно й створило ядро цих популяцій, які відрізняються певною мірою своїм способом життя.

8.2. ЗДОРОВ'Я МІСЬКОЇ ПОПУЛЯЦІЇ

Ріст міського населення, що узгоджується із ростом міст, які є потужними забруднювачами природного довкілля — сфери існування популяції людей — це процес об'єктивний, який зупинити неможливо. *Водночас зростає конфлікт між людиною соціальною і людиною біологічною.* Створене людиною квазіприродне міське середовище стає для неї не лише незручним, дискомфортним, але й небезпечним для життя. Загалом небезпеку для людського організму несе в собі забруднення середовища, яке в санітарно-гігієнічному аспекті можна розподілити на чотири групи: хімічне, фізичне, біологічне і радіаційне.

До *хімічного забруднення* належать: забруднення прісної води промисловими стічними водами, пестицидами, нафтовими продуктами, компонентами мийних засобів; забруднення повітря шкідливими викидами індустриальних і комунально-побутових підприємств, вихлопними газами транспортних засобів.

Фізичне забруднення — це шумове, теплове, запилення атмосфери твердими частинками, замулювання водоймищ.

Біологічне забруднення спричинюється викидами в довкілля речовин переважно органічного походження, які сприяють поширенню збудників



гострих інфекційних і хронічних захворювань, а також шкідливих для людини комах. Сюди також належать забруднення міського середовища хвороботворними мікроорганізмами.

Радіаційне забруднення — це забруднення речовинами, до складу яких входять нестійкі атоми ізотопів, що зазнають радіоактивного розпаду.

Сьогодні все частіше рівень забруднення довкілля пов'язують з рівнем захворюваності населення, розглядають це явище з позицій екології людини. Встановлено, по-перше, що *захворювання, які виникли внаслідок контакту людини із забруднювачем, переважно проявляються у осіб, ослаблених тяжкою працею і недоїданням*. Не останню роль у схильності організму до захворювань відводять адаптації людини до того чи іншого несприятливого фактора, а також тривалості зіткнення із забруднюючим об'єктом.

По-друге, *екологічно шкідливі речовини, ослаблюючи фізіологічні функції органів, знижують опірність організму до патогенних паразитів, що перешикоджують фіксації першопричини захворювання, а деколи й смерті*. Слід відзначити, що до дії атмосферних і водних забруднювачів найчутливішими є люди старшого віку та діти, а також люди, що страждають на хронічні захворювання органів дихання та серцево-судинної системи, на так звані професійні захворювання та курці.

Забруднювачі повітря взагалі становлять дуже малу частку стосовно всієї маси атмосферного повітря. Однак у окремих місцях їх концентрація досягає надзвичайно високих рівнів. При цьому не можна забувати, що окремі токсичні речовини, потрапляючи в атмосферу навіть у незначних дозах, є шкідливими для здоров'я.

Шляхів проникнення забруднюючих речовин в організм людини чимало, але головний із них — це *дихальна система*. Наприклад, двоокис сірки разом із адсорбованими твердими частинками проникає в нижні відділи легень і уражає їхню тканину. Особливо шкідливим є цей забруднювач для людей похилого віку. Навіть низькі концентрації SO_2 при тривалому впливі на організм загострюють перебіг серцево-судинних захворювань, знижуючи працездатність і, можливо, скорочуючи тривалість життя. Значно вищі концентрації в атмосфері окисів сірки сприяють виникненню гострих респіраторних захворювань, деколи із летальним кінцем.

Шкідливими для організму людини є окиси вуглецю, які, попадаючи в кров через легені, знижують її здатність до перенесення кисню, ослаблюють функцію центральної нервової системи. Зазнавши впливу чадного газу, людина відчуває головний біль, запаморочення і швидко втому. Більші дози СО призводять до прискореного серцебиття, нудоти, блювання, утруднення дихання.

Чадний газ, реагуючи з гемоглобіном, утворює так званий карбоксигемоглобін. За американськими даними, збільшення карбоксигемоглобіну в крові до 2–5% веде до функціональних порушень нервової системи та підвищення смертності, особливо від інфаркту міокарда. Ця проблема стосується і курців. Встановлено, чим більше людина викурює за день цигарок, тим більше накопичується в організмі чадного газу, а отже, і карбоксингемоглобіну, оскільки відновлення гемоглобіну відбувається лише через декілька годин після впливу окису вуглецю.

Токсичність окислів азоту як компонентів фотохімічних смогів, які утворюються внаслідок взаємодії цього шкідливого газу із завислими у повітрі твердими і рідкими частинками, відома.

Велику шкоду людському здоров'ю завдають завислі в повітрі частинки пилу. Наприклад, азбестовий пил і сажа є причиною *злоякісних новоутворень*. Небезпечні для здоров'я є також вуглеводневі сполуки (метан, етилен, ацетилен, бенз-а-пірен), які часто є компонентами смогів. Озон (O_3) та інші окислювачі утруднюють дихання, подразнюють слизову оболонку носа і горла, призводять до нежиті, кашлю і швидкої втоми, часто спричиняють бронхіальну астму.

Як і рослини, тварини та мікроорганізми, про що вже йшлося вище, людина є об'єктом ушкоджень токсичними важкими металами, особливо ртуттю, свинцем і кадмієм. Медики в останні роки звертають увагу на захворювання, спричинені пестицидами.

За даними спостережень і розрахунків (Кулинич, 1996), в атмосферному повітрі 77 міст України в 1993–1994 рр. зафіксовано понад 100 назв інгредієнтів із концентраціями, які перевищували існуючі норми (ГДК), розрахований комплексний індекс промислового забруднення атмосфери за основними градієнтами в 1993–1994 рр. Коливання від 3–10 одиниць у західних областях і на крайньому півдні України до 22–58 на решті території (максимум — 80,6 одиниць у м. Донецьк) при допустимому 20,5. При цьому майже повсюдно зафіксована наднормативна присутність високоактивних забруднювачів (переважно органічного походження і важких металів).

Маса викидів коливається в широких межах і становить: в містах Південно-Західного економічного району — 19,033–284,862 тис. т/га; Донецько-Придніпровського — 1,127–852,733 тис. т/га. Найбільша маса викидів — від 35 до 50% — припадає на окис вуглецю, 15–30% становлять окисли азоту, 15–20% — повислі частинки, 10–15% — окисли сірки.

Підприємства, які викидають свої відходи навіть при забезпеченні 5–18% очистки, суттєво впливають на стан атмосферного повітря, де заб-



руднення може в 150 разів і більше перевищувати гранично допустимі вмісти шкідливих речовин. У табл. 8.2 наведено дані про масу промислових викидів, які припадають на одного мешканця України.

Забруднене міське повітря проникає всередину приміщень, коефіцієнт кореляції між рівнем зовнішнього і внутрішнього забруднень повітря досить високий — 40–80%. Наприклад, для порівняно чистого повітря концентрація SO_2 всередині приміщення становить близько 80% її наявності у зовнішньому повітрі.

За даними Г.Е. Ладсберга, в літній період *несприятливий вплив на здоров'я може виявляти також острів тепла*. Найсуттєвішими за впливом параметрами міського довкілля є температура і вологість повітря, радіаційні умови і швидкість вітру. Безумовно, мають значення й індивідуальні особливості людського організму, зокрема, інтенсивність процесів метаболізму, здатність до потовиділення, маса тіла і вік. У період з високими температурами повітря смертність у містах значно перевищує статистично очікуваний рівень. Наприклад, за даними служб охорони здоров'я Нью-Йорка і Сент-Луїса, влітку 1966 р., коли спека не спадала кілька тижнів, в містах різко зросла смертність населення.

Високі температури повітря разом із його забрудненням створюють дискомфортні умови, які викликають у населення дратівливість, агресивність, схильність до конфліктів. У Нью-Йорку теплова хвиля 1966 р. спричинила збільшення смертності. На першому місці були вбивства, смертність із цієї причини зросла на 138,5% порівняно із середнім очікуваним рівнем (Ландсберг, 1983).

Значну шкоду здоров'ю людини наносять шумові забруднення. “Міста Америки, — повідомлялося в заяві Агентства з охорони навколишнього середовища США (1973), — стали такими гамірними, що люди, які живуть в густонаселених районах, чують набагато гірше, ніж їм видається, багато з них страждають на часткову втрату слуху”.

Звуковий рівень 60 дБ звичайно розглядають як нижній поріг звукового подразнення. Звук, сила якого перевищує 90 дБ, є потенційно небезпечним для слуху і здоров'я. Він створюється тиском, що в 1 млрд разів перевищує нижній рівень чутності. Об'єктивно доведено, що в районі житлової забудови за умови забезпечення здоров'я населення доцільно встановити рівень шуму 55 дБ. Виявлений високий ступінь достовірності зв'язку між зашумленістю міст і захворюваністю населення, особливо неврозамі. Як відомо, шум негативно впливає на хворих гіпертонією, а також на окремі фізіологічні функції організму.

Слід брати до уваги, що *значущість тих чи інших джерел забруднен-*



Таблиця 8.2

Сумарні промислові викиди забруднюючих речовин в атмосферу міст і населених пунктів України в 1993—1994 рр.

Назва міста, населеного пункту	Кількість мешканців, тис. чол.	Річна маса промислових викидів, тис. т			Маса викидів, що припадає на одного мешканця, т		
		твердих	газоподібних	сумарних	твердих	газоподібних	сумарних
1	2	3	4	5	6	7	8
Винниця	367.0	1.907	6.616	8.523	52	18.0	23.2
Львів	179.0	0.525	4.823	5.058	2.9	25.3	28.2
Житомир	275.0	1.335	6.902	8.237	4.9	25.1	30.0
Ужгород	108.0	0.267	1.207	1.474	2.5	11.2	13.7
Івано-Франківськ	221.5	1.174	4.144	5.318	5.3	18.7	24.0
Бурштин	13.4	50.768	155.62	206.39	3788.7	11613.2	15401.9
Калуш	65.7	4.821	25.187	30.008	7.3	38.3	45.6
Київ	2495.1	6.008	53.230	59.270	2.4	21.3	23.7
Біла Церква	181.0	0.940	16.103	17.043	5.2	88.9	94.1
Фастів	54.0	0.200	0.978	1.178	3.7	18.1	21.8
Львів	753.0	1.789	8.938	10.724	2.4	11.9	14.3
Дрогобич	74.0	0.522	24.739	25.261	7.1	334.3	341.4
Рівне	122.0	1.790	6.856	8.646	14.7	56.2	70.9
Тернопіль	189.0	1.977	4.579	5.566	5.2	24.2	29.1
Хмельницьк	223.0	1.102	5.397	6.499	4.9	24.2	29.1
Кам'янець-Подільський	99.0	22.279	12.743	35.022	225.0	12.9	237.9
Черкаси	280.0	5.445	24.399	29.844	19.4	87.1	106.5
Умань	87.0	0.672	4.528	5.200	7.7	52.0	59.7
Чернігів	285.0	4.228	19.817	24.045	14.8	69.5	84.3
Чернівці	249.0	1.696	4.984	6.680	6.8	20.0	26.8
Севастополь	345.0	4.006	11.615	15.621	11.6	33.7	45.3
Сімферополь	333.1	1.108	7.742	8.850	3.3	23.2	26.5
Євпаторія	103.0	0.228	1.025	1.253	2.2	10.0	12.2
Керч	17.0	16.301	173.64	189.94	958.9	10214.2	11173.1

Продовження табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Красноперекопськ	15.8	0.640	19.573	20.213	40.5	1238.8	1279.3
Арм'янськ	22.6	2.253	13.573	16.217	99.7	617.9	717.6
Ялта	87.0	0.450	1.568	2.018	5.2	18.0	23.2
Миколаїв	493.0	5.447	19.947	25.394	11.0	40.5	51.5
Одеса	1132.0	6.823	41.453	48.760	6.0	36.6	42.6
Ізмаїл	89.0	2.101	3.694	5.750	23.6	41.0	64.6
Херсон	352.0	2.087	41.382	43.489	5.9	117.6	123.5
Каховка	35.0	0.2300	1.997	2.227	6.6	57.1	63.7
Нова Каховка	50.00	0.845	4.314	5.159	16.3	83.0	99.3
Дніпропетровськ	1153.0	61.989	171.82	233.81	53.8	149.0	202.8
Дніпродзержинськ	271.0	31.781	158.61	190.39	117.3	585.3	702.6
Кривий Ріг	691.0	131.49	721.30	852.78	190.3	1043.8	1234.1
Марганець	54.0	2.934	1.323	4.256	54.3	24.5	78.8
Нікополь	156.0	9.621	47.327	56.948	61.7	303.4	365.1
Новомосковськ	75.0	0.406	0.721	1.127	5.4	9.6	15.0
Павлоград	122.0	1.371	1.464	2.835	11.2	12.0	23.2
Донецьк	1073.0	15.562	106.97	122.55	14.5	99.7	114.2
Львівка	21.8	18.037	31.919	49.956	827.4	1464.2	2291.6
Горлівка	342.0	20.559	144.79	165.36	60.1	423.4	483.5
Дебальцево	35.7	38.562	180.26	218.82	1080.2	5049.2	6129.4
Дзержинськ	7.7	3.147	37.796	40.943	408.7	4908.5	5317.2
Дружківка	69.0	3.841	11.616	15.457	55.7	168.3	224.0
Єнакієво	117.0	15.505	116.29	131.80	132.5	993.9	1126.4
Константиново	108.0	4.077	15.715	19.792	37.8	145.5	183.3
Краматорськ	195.0	8.099	15.768	23.867	41.5	80.9	122.4
Куратове	16.0	56.610	123.13	179.74	3538.1	7695.8	11233.9

Закінчення табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Макіївка	453.0	34.923	208.81	243.74	77.1	461.0	538.1
Маріуполь	522.0	73.812	441.66	515.48	141.5	846.1	987.6
Н. Світ	9.3	78.887	147.28	226.16	8482.4	15836.4	24318.8
Слов'янськ	154.5	12.415	67.097	79.512	92.3	498.9	591.2
Шахтарське	72.0	4.595	15.113	19.708	63.8	209.9	273.7
Запоріжжя	833.4	48.607	163.84	212.45	58.3	196.9	254.9
Бердянськ	130.0	0.914	6.843	7.757	7.0	52.6	59.6
Енергодар	13.0	17.964	138.54	156.48	1380.5	10656.9	12037.4
Мелітополь	172.0	2.664	11.317	13.981	15.5	65.8	81.3
Кіровоград	266.3	3.981	7.150	11.131	14.9	26.8	41.7
Олександрія	67.8	37.181	48.773	85.954	548.4	719.4	1267.8
Світловодськ	54.0	0.590	7.855	8.445	10.9	145.5	156.4
Луганськ	497.0	100.06	97.101	197.16	201.3	195.4	396.7
Алчевськ	125.0	25.785	137.09	162.88	206.3	1096.8	1303.1
Антрацит	68.0	3.820	5.969	9.789	561.8	87.8	649.6
Лисичанськ	123.0	4.381	93.399	97.780	35.6	759.3	794.9
Першотравневе	78.0	2.282	15.594	17.876	29.3	199.9	229.2
Рубіжне	71.0	0.385	5.838	6.223	5.4	82.2	87.6
Сєвєродонецьк	112.0	1.142	9.636	10.778	10.2	86.0	96.2
Стаханов	110.0	6.704	168.82	175.52	60.9	1534.7	1595.6
Полтава	305.0	2.210	7.394	9.604	7.2	24.2	31.4
Кременчук	227.0	6.422	144.33	120.75	28.3	503.7	532.0
Суми	262.0	3.991	11.041	15.032	15.2	42.1	57.3
Конотоп	92.0	1.757	7.704	9.461	19.1	83.7	102.8
Шостка	86.0	0.207	9.190	9.397	2.4	106.9	109.3
Харків	1567.0	8.306	31.896	40.202	5.3	20.4	25.7

ня, які призводять до екологічних патологій людини, неоднакова в різних населених пунктах і залежить від рівня науково-технічного прогресу, стратегії взаємодії техніки і природи, благоустрою населених пунктів і багатьох інших факторів (табл. 8.3).

Типовий приклад екологічних патологій людини — це злоякісні новоутворення. Щорічно на Землі реєструється близько 6 млн випадків раку, і ця цифра постійно збільшується. При збереженні існуючої тенденції кількість нових випадків раку у 2000 р., за підрахунками спеціалістів, сягне 11 млн. В табл. 7.3 наведено канцерогенні сполуки, побутові звички та виробничі процеси, стосовно яких є переконливі докази їх причинної ролі в виникненні пухлин у людини — “безумовні канцерогени” та органи-“мішені”.

Таблиця 8.3

Канцерогенні сполуки, побутові звички та виробничі процеси, які зумовлюють ракові пухлини

Хімічний фактор	Органи-“мішені”
Азбест	Легені, плевра, черевна порожнина
Бензидин	Сечовий міхур
Бензол	Кровотвірна система
Берилій та його сполуки	Легені
Вінілхлорид	Печінка, кровоносні судини, залози
Кадмій та його сполуки	Легені
Кам'яновугільні смоли, сажі	Шкіра, легені
Мінеральні і сланцеві масла	Шкіра
Миш'як та його сполуки	Шкіра, легені
2-нафтиламін	Сечовий міхур
Нікель та його сполуки	Носова порожнина, легені
Радон та продукти розпаду	Легені
Тальк із вмістом азбестовидних волокон	Легені
Шестивалентний хром та його сполуки	Легені
Ерionіт	Плевра, черевна порожнина
Етилен оксид	Кровотвірна і лімфатична системи
Алкоголь	Гортань, стравохід, печінка, ротова порожнина
Тютюн	Легені, сечовий міхур, ротова порожнина, гортань, стравохід, нирки, підшлункова залоза
Вишавка чавуну і сталі	Легені
Газифікація вугілля	Шкіра, легені, сечовий міхур
Підземне добування гематиту із експозицією до радону	Легені
Виробництво алюмінію	Сечовий міхур, легені, лімфатична система
Виробництво коксу	Шкіра, легені, нирки
Виробництво меблів	Носова порожнина



8.3. ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря металами використовують *метод геохімічного картування території міста*, який дає змогу оцінити структуру забруднення повітряного простору міста, виявити залежність між територіальною геохімічною структурою та показниками здоров'я населення, і на цій підставі встановити можливі зміни стану здоров'я дорослого і, особливо, дитячого населення, характерні для міст чи окремих їх районів.

Метод базується на принципі геохімічного картування розподілу важких металів і деяких інших інгредієнтів у ґрунті і сніговому покриві, тобто природних середовищах, які концентрують забруднення. Це дає змогу швидко і досить точно виявити просторову структуру стану середовища і встановити джерело його забруднення. Практична можливість такого підходу базується на дослідженні кореляційних зв'язків в оточуючому середовищі між розподілом забруднюючих речовин в атмосферному повітрі і в депонуючих середовищах — ґрунті та сніговому покриві.

Узагальнена оцінка (Ревич, Саєт, 1990) рівня забрудненості ґрунтів, за даними сумарного показника забруднення (Z_i), свідчить, що він найвищий навколо підприємств кольорової металургії (до 450 разів перевищує фоновий). Менша інтенсивність забруднення спостерігається поблизу машинобудівних і хімічних підприємств. Незважаючи на широкий спектр хімічних елементів у зонах забруднення, спостерігається загальна асоціація елементів у ареалах: свинець, цинк, олово, мідь, молібден, нікель, кобальт, хром, ртуть, срібло. Отже, *сучасне виробництво, незалежно від його типів, супроводжується комплексними поліелементними аномаліями випадів*.

Наступний важливий висновок такий: *механізм формування аномальних полів пов'язаний із закономірністю поширення викидів в атмосферу*. Виявлено, що експоненційне зменшення концентрацій забруднювачів в атмосфері, віддалення від джерел ведуть до формування ареалів, де вміст хімічних елементів в десятки і сотні разів перевищує фоновий. Однак приурочені до джерел викидів, вони, як правило, в 1,5–3 рази більші, ніж площа офіційно фіксованої промислової зони. Все це зумовлює надмірне забруднення промислових майданчиків, а у містах старої традиційної забудови — високий ступінь забруднення сусідніх житлових масивів або сільськогосподарських угідь.



І нарешті, в містах, насичених різноманітним виробництвом, периферійні частини ареалів зливаються, утворюючи значні за площею (деколи до 100–150 км²) вогнища забруднення невеликої або середньої інтенсивності із мозаїчно розсіяними центрами високих концентрацій.

Техногенне навантаження у містах різного типу, за даними авторів (Ревич, Саєт, 1990; Зербіно, 1997), зумовляють відмінності стану здоров'я міських мешканців, особливо дітей. Для оцінки цих змін вивчають спектр біологічних відповідей організму дитини на вплив забруднювачів, починаючи із накопичення їх в біосубстратах (волосся, кров, сечовина, слина, нігті тощо), виявлення фізіологічних, імунологічних та інших зрушень і, як наслідок, збільшення рівня захворюваності.

Гігієнічним критерієм вмісту токсичного елемента в біосубстраті, тобто біологічно допустимим рівнем, є зареєстровані певні функціональні зміни, пов'язані з його впливом. Затверджені як державні такі рівні дають змогу виділити групи підвищеного ризику, оцінити ефективність заходів, спрямованих на зменшення забруднення природного середовища.

Як бачимо із табл. 8.4, найширший спектр накопичення елементів у волоссі робітників відзначений на металургійних підприємствах, на заводах, які випускають мінеральні добрива та мінеральні фарби для керамічних виробництв. Концентрація таких токсичних елементів, як кадмій, свинець, миш'як, є дуже високою і перевищує фонові величини не тільки в десятки, але й в сотні разів. Відзначається присутність в організмі ро-

Таблиця 8.4

Асоціація хімічних елементів у волоссі робітників різних виробництв
(за Ревич, Саєт, 1990)

Виробництво	Коефіцієнт Кс				
	показ 25	25–10	10–5	5–3	3–1,5
Кадмій	Cd ₃₁₈	Pb ₂₁ Sb ₁₄ Fe ₁₀	As ₈	Ag ₄ CO ₃	Zn ₂ Hg ₂ Cu _{1,6}
Мідь					
виплавка	As ₆₁	As ₁₀	Cu ₉ Fe ₅	Sb _{3,5} Cd ₃	Ag ₂ Pb ₂ Sm _{1,5}
рафінована					
Мінеральні добрива		Sm ₁₆	F ₇ La ₇ Sb ₆	Cl ₄	As ₂
Мінеральні фарби	Cd ₈₆ Sb ₄₆ Rb ₃₈	Co ₂₁ Se _{1,5}	As ₈ Cr ₆	Fe ₄ Al ₃ Ti ₃	Rb ₂ Ag ₂ Sm ₂
Ацетальдегід				Ag ₁₁	
Свинцеві фарби		Pb ₂₂₀			Cd ₂
Електроди для акумуляторів		Cd ₄₄₃	Pb ₁₆ Ni ₁₅		



бітників елементів, які вважаються домішками до основної сировини і не беруться до уваги при контролі. Особливо це наглядно бачимо на прикладі робітників, зайнятих на виробництві мінеральних добрив, у волоссі яких встановлено вміст елементів рідкоземельної групи, що містяться у сировині — апатитах.

У дітей, які перебувають у зоні викидів вказаних виробництв, хімічних елементів виявлено менше, ніж у робітників, але їх вміст перевищує фонові значення в десятки разів (табл. 8.5) для дитячого населення.

Слід зазначити, що у міру віддалення місця проживання дитини від джерел забруднення відбуваються зменшення біоконцентрації токсичних елементів, але фоновий рівень досягається переважно на відстані 3-4 км. Цікавим є факт накопичення забруднювачів у дітей, які проживають у центральній частині міста з інтенсивним рухом автотранспорту. Це такі характерні елементи, як свинець, бром, що надходять у повітря внаслідок спалення етилованого бензину. Як зауважують Б.А. Ревич, Ю.Є. Саєт (1990), це підтверджує важливу індикаційну роль біотестів, оскільки дає змогу диференціювати вплив промислових і транспортних викидів свинцю. Вивчення кількісних зв'язків елементів у волоссі обстеженого населення свідчить, що при концентрації токсичних елементів відбувається порушення мікроелементного балансу за рахунок зменшення вмісту есен-

Таблиця 8.5

Асоціація хімічних елементів у волоссі дітей, які проживають у зоні техногенних геохімічних аномалій (за Ревич, Саєт, 1990).

Виробництво і відстань від джерел забруднення	Кс*			
	10	10-5	5-3	3-1,5
Свинцево-кадмієвий комбінат				
1,0 км		Pb ₇ Fe ₆	Sb ₄ Cd ₃ As ₃	Ag ₂ Hg ₂
2,0 км			Pb ₄	
Мінеральні добрива			La ₃	Cl ₂ Sn ₂ Se ₂
0,5 км				
Мідношлавильний комбінат				
0,5 км	As ₂₃		Pb ₄	Cu ₂ Ca ₂
1,0 км		As ₆		
Акумулятори				
0,5 км	Pb ₁₁	Cd ₆		
1,5 км				Pb _{2,5}
Центр міста з інтенсивним рухом автотранспорту				Pb ₂ Br ₂

*Кс — коефіцієнт концентрації стосовно основних фонових значень.



ціальних елементів, передусім цинку, який відіграє важливу роль у підтримці імунного стану організму.

Інтенсивне біоконцентрування токсичних елементів, крім свинцю, має досить локальний характер. Свинець є елементом, який широко використовується в промисловості як додаток до пального, тому дослідження його накопичення та негативного впливу на організм людини дуже поширені у багатьох країнах світу. Наприклад, з урахуванням паралельного вивчення вмісту свинцю у крові дітей і коефіцієнта інтелекту (IQ) запропонований норматив — 12 мкг/100 мл крові, що майже вдвічі менший, ніж для дорослого населення. Для виробничого контингенту допустимий вміст свинцю становить 70 мкг/г.

Характерно, що забруднення атмосферного повітря автотранспортом веде до інтенсивнішого надходження свинцю в організм мешканців міст, ніж внаслідок викидів машинобудівельних виробництв. Навіть у містах з досить добрим провітрюванням середній вміст свинцю у волоссі дітей в 1,5 раза вищий, ніж у зоні впливу машинобудівельного виробництва. Несприятливі умови створюються також у містах із гірськодолинним ландшафтом, оскільки незабруднені маси повітря практично не виносяться за межі амфітеатру і форсують у просторі інтенсивні геохімічні аномалії, займаючи значну частину міської території. Найвищий рівень забруднення фіксується в долинах невеликих річок, куди стікаються маси забрудненого повітря.

Кількісна залежність змін показників стану здоров'я дітей і геохімічних показників покладена в основу шкали небезпеки забруднення атмосферного повітря за рівнем забруднення ґрунтів металами, яка включає чотири умовних рівні (Ревич, Саєт, 1990):

1) допустимий (Z_c ґрунту до 16) — фоновий рівень, який характеризується найнижчою захворюваністю дітей і мінімальними функціональними морфологічними змінами;

2) помірно-небезпечний (Z_c — 16–32) — у дітей, що проживають на цих територіях, можливі відхилення показників фізичного розвитку і рівня кількості лейкоцитів у крові на 10–30%; збільшення сумарної захворюваності на 10–20%, захворювань органів дихання — на 10–50%;

3) небезпечний (Z_c — 32–128) — функціональне морфологічне відхилення збільшується на 30–100%, сумарна захворюваність — на 20–60%, захворювання органів дихання — на 50–100%. При такому рівні забруднення можливі деякі порушення дітородної функції;

4) надзвичайно небезпечний рівень (Z_c понад 128) — порівняно із “найнестійкішими регіонами” часто функціонально-морфологічні відхи-



Таблиця 8.6

Типові структури забруднення території міст різного типу

Типи міст	Ступінь забруднення, % загальної площі			
	допустима	помірно небезпечна	небезпечна	надзвичайно небезпечна
Найкрупніші із багатогалузевою промисловістю	30–50	30–50	10–20	1–5
Крупні і середні з металургійними підприємствами	0	30–50	50–100	10–20
Середні і малі з інтенсивним автотранспортом	50	50	0	0
Малі з невеликою промисловістю	10–20	50–60	20–30	до 10

Таблиця 8.7

Зміни показників здоров'я населення у містах різного типу
(за Ревич, Саєт, 1990), %

Показник здоров'я	Типи міст			
	найкрупніші із багатогалузевою промисловістю	крупні і середні з металургійними комбінатами	середні і малі машинобудівного комплексу	середні і малі з інтенсивним автотранспортом
Імунологічна реактивність організму	+50–150	+150–300	+50–100	+120–200
Функціональні відхилення	+ 6–35	+20–120	+52–15	+15–48
Сумарна захворюваність дитячого населення	+ 6–27	+20–90	+ 5–10	+15–30
Захворювання органів дихання у дітей	+ 9–60	+30–180	+15–25	+20–60
Порушення дітородної функції	+ 2–10	+15–50	0	+ 3–9

лення і сумарна захворюваність дітей зростають вдвічі; захворюваність органів дихання — втричі; частіші патології вагітності і пологів.

Використання оціночної шкали дає змогу визначити типові варіації зміни здоров'я дітей у містах різного типу й інтенсивності забруднення (табл. 8.6). Дані табл. 8.7 дають змогу використати оціночну шкалу і виявити зміни показників здоров'я населення для міст різного типу.





БІОІНДИКАЦІЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

9.1. БІОІНДИКАЦІЯ ЯК ПІДХІД ДО ОЦІНКИ СЕРЕДОВИЩА

Урбогенні градієнти середовища, які розрізняють на території міст за їх едафічними та кліматичними характеристиками, а також за станом забруднення абіотичного і біотичного довкілля, вимагають трудомістких і дорогих інструментальних досліджень. Крім того, вони не можуть водночас дати комплексної оцінки стану середовища. Для диференціації комплексних урбогенних градієнтів середовища використовують п'ять рівнів біологічної індикації: *фізіолого-біохімічний* (клітинний), *анатомо-морфологічний* (організмовий), *популяційний*, *ценотичний* і *біогеоценотичний*.

Комплексний урбогенний градієнт середовища (КУГС), як відомо, проявляє себе в міру пересування від периферії до центру міста, його дія зумовлює стан біоценотичного покриву міста і його приміської зони, створюючи екокліни або еколого-фітоценотичні пояси. Біологічне індексування дає змогу встановити реакцію різних організмів та угруповань на вплив КУГС в цих екоклінах.

Клітинний рівень реакції рослин на вплив КУГС проявляється передусім у зростанні напруженості водного режиму. Наприклад, на початку серпня всмоктуюча сила листя липи крупнолистої, кінського каштана й ялини колючої (цей показник є мірилом активності води в клітинах листових пластин) в умовах Львова значно вища (на 7–8 атм.), ніж у замських насадженнях. Проте в кінці вегетаційного періоду всмоктуюча сила у міських видів різко зменшується і листя поступово починає всихати і відпадати. Першою із ознак відчутного впливу КУГС у III–IV ЕФП є зменшення хлорофілів і каротиноїдів.



Організмий рівень. Індиксування стану міського середовища і, зокрема, дії КУГС в різних ЕФП можна вести шляхом оцінки анатомо-морфологічних змін. Наприклад, вплив КУГС у III і IV ЕФП проявляється в ксероморфізмі листової пластинки дерев і чагарників, її зменшенні і потовщенні. Одночасно змінюється структура, форма і розміри крони. Внаслідок зменшення розмірів і кількості листя крона стає ажурнішою. Змінюються й інші морфологічні показники: знижується лінійний приріст пагонів поточного року, прирости у висоту і за діаметром, зменшується розмір генеративних органів, скорочується тривалість вегетаційного періоду, падає життєвість рослин. Такий підхід дає змогу визначити три основні групи деревних рослин (найстійкіші, середньої і низької стійкості до дії КУГС) та виробити рекомендації щодо їх вирощування у відповідних еколого-фітоценотичних поясах.

Флористико-фауністичний рівень. Від периферії до центру міста, а отже, від I до IV ЕФП зменшується флористичне та фауністичне різноманіття біоти. Ліхеноіндикація, за допомогою якої вдалося встановити рівень збіднення видового складу лишайників, появу чужих для місцевих ценозів токситолерантних видів, а також зникнення специфічних рис покриву епіфітичних лишайників, дає можливість не лише диференціювати КУГС всередині міст і приміських зон, але й проградуювати стан цілих міських екосистем, виділивши, наприклад, "чисте" місто Тернопіль, "середньої чистоти" Івано-Франківськ, Луцьк, Рівне і "брудне" — місто Львів.

Ценопопуляційний рівень. Можна простежити, як з I по III ЕФП рвуться ценопопуляційні зв'язки. Наприклад, у III ЕФП лісові ценопопуляції практично не трапляються, а в IV їх існування повністю залежить від господарської діяльності. В більшості парків, створених на місці грабово-букових чи грабово-дубових лісів, не знаходимо таких характерних індикаторів, як осока волосиста, копитень, печіночниця, конвалія, барвінок. Однак бачимо, як рясно розвиваються антропогенні ценопопуляції бальзаміну, яглиці, гравілату міського тощо.

Фітоценотичний рівень. Простежується спрощення структури фітоценозів: видової, просторової (вертикальної і горизонтальної), екологічної, характеру рясності видів і проективного вкриття.

Біоценотичний рівень. Спостерігається при пересуванні від I до IV ЕФП порушення трофічної структури біоценозів, що проявляється передусім у зменшенні гетеротрофів другого порядку, а також деструкторів.

Біоіндикація урбогенного середовища як метод порівняльної екології вимагає подальшого розвитку, зокрема, пошуку кількісних тестованих

оцінок, поєднання усіх рівнів досліджень — від клітинного до біоцено-тичного.

9.2. КРИПТОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА СЕРЕДОВИЩА

Атмосферне повітря сучасних міст містить десятки різних забруднювачів, як газових, так і завислих. Більшість з них отруйна для людини, у чому ми мали змогу переконатися.

Тому в містах організовані системи для спостереження за забруднювачами і їх вимірювання. В різних пунктах міст встановлені прилади (нерідко складні самореєструючі та дорогі), які повинні інформувати про кількість забруднювачів у певний час і в динаміці. В основному інструментальні аерохімічні вимірювання характеризують стан на даний момент і уривчасто (якщо мережа спостережних пунктів недостатньо густа).

Така інструментальна реєстрація може бути доповнена біоіндикаційними (ліхено-, бріо-, фітоіндикаційними) методами визначення ступеня забрудненості (чистоти) атмосферного повітря. Ці методи мають кілька позитивних якостей: 1) дешеві і потребують порівняно мало часу; 2) біоіндикаційні дані відбивають багаторічний середній стан атмосферного середовища; 3) при повторних дослідженнях (картування) біоіндикація дає уяву про динаміку ступеня забрудненості міста й інших населених пунктів.

Концепція біоіндикації заснована на адекватному відбитті живим організмом умов середовища, в яких він розвивається і на зміну яких відповідним чином реагує. Спорові рослини, насамперед лишайники та мохи, як організми найбільш безпосередньо залежні від факторів оточуючого середовища, з особливим успіхом можуть бути використані в якості біоіндикаторів забруднення природного середовища. На відміну від інших рослин вони відрізняються більшою стійкістю до таких факторів, як високі і низькі температури, відсутність води, короткий вегетаційний період. Для лишайників і мохів характерне повсюдне поширення, довга тривалість життя, а також підвищена чутливість до різних забруднень повітря, що пояснюється особливостями будови і процесів життєдіяльності цих спорових рослин.

Різні види лишайників володіють неоднаковою стійкістю до забруднень і тому можуть служити добрими індикаторами ступеня забруднення повітря. Переконаливо доведено, що епіфітні лишайники і мохоподібні є більш тонкими індикаторами якості повітря, ніж епілітні й епігейні види. Розглянемо угруповання епіфітних лишайників як транзитні екоси-

стеми, в які речовини надходять і з яких виводяться переважно низхідними гідрогеохімічними потоками. Серед епіфітних лишайників найбільш чутливими до зміни гідрохімічних умов є кущисті лишайники, які мають найменший контакт з субстратом, низьку буферність середовища і пристосовані до найбільш низьких концентрацій шкідливих речовин у водному середовищі. Листкові лишайники в тих самих умовах толерантніші за кущисті, а найтолерантнішими є накипні лишайники, які мають контакт з субстратом, високу буферність середовища і порівняно добре постачання поживними речовинами.

Використання водоростей в ролі індикаторів забрудненості атмосферного повітря лише починається. З'ясовано, що аерофільні епіфітні водорості (наприклад, *Pleurococcus vulgaris*, *Clorococcus Humicola*, *Stichococcus bacillaris* та ін.) є більш токситолерантними порівняно з лишайниками і мохами. Вони часто ростуть у зоні лишайникової "пустелі", тобто там, де відсутні лишайники. Ця властивість водоростей дає змогу розширити амплітуду криптоіндикаційних досліджень і використовувати їх в якості індикаторів в умовах сильного забруднення, де інші організми не розвиваються. За даними англійських дослідників, найпоширеніший аерофільний вид *Pleurococcus viridis* s.l. трапляється навіть в умовах з концентрацією SO_2 понад 170 мкг/м³.

За останні 50 років, упродовж яких все більше активізується і розширюється використання нижчих рослин, особливо лишайників і мохів, в ролі індикаторів ступеня забрудненості атмосферного повітря, суттєво збагатився набір криптоіндикаційних методів. Якщо перші десятиріччя (20-ті–40-ві роки) головним методом було зональне картування поширення окремих видів лишайників у містах та їх околицях, то в 50-ті роки та пізніше з'явилося багато інших методів. Оpubліковано ряд оглядових праць, присвячених теорії та практиці біологічної індикації за допомогою лишайників.

Оскільки всі згадані методи базуються на представленні даних у вигляді карт або картосхем, а також у зв'язку з тим, що при екологічній індикації найбільший інтерес являє просторовий розподіл явищ і процесів, розглянемо криптоіндикаційні методи з позиції можливості подання їх результатів як криптоіндикаційних карт. За даними естонського вченого Ю.Л. Мартіна, на сьогодні за результатами ліхеноіндикаційних досліджень закартовано близько 200 міст і промислових районів у Західній Європі, Японії, Новій Зеландії, Північній та Південній Америці, країнах колишнього Радянського Союзу. Тому зараз, як вважає автор, можна скласти цілий атлас або принаймні об'ємний каталог.

Карта, або картосхема, є практичним виходом індикаційних робіт, і потребує особливо чіткого оформлення, точності, оскільки ця форма подання результатів передбачена головним чином для неспеціалістів в області ліхенології й екології.

Незважаючи на велику різноманітність карт і великі можливості їх складання й оформлення, розрізняють декілька типів карт і картосхем, які мають в основі однакові вихідні дані й однакову інформацію.

Перший тип карт відбиває відсутність або присутність видів на території, яка вивчається, причому відсутність виду несе таку ж інформацію, як і його присутність (негативна і позитивна інформація). Подібні карти в принципі нічим не відрізняються від тих, що використовуються при флористичних і фітогеографічних дослідженнях. Детальність карти залежить від масштабу основи. Такі карти поділяють на *точкові*, які відбивають конкретні місцезнаходження, і *контурні*, які дають інформацію про наявність певного виду на прийнятій одиниці площі. Ці два типи карт за змістом дають якісну характеристику поширення виду. Іншими словами, ця група карт відбиває якісні флористичні дослідження, пов'язані з описом поширення окремих видів під впливом промислових викидів і в умовах міських агломерацій. Об'єктами цієї групи криптоіндикаційних методів (флористично-аутекологічних методів, за Х.Х. Трассом, 1982) є вид, його популяція, певні групи і повні списки видів певних місцезростань, субстратів, територій.

Другу групу становлять ті карти, які дають і деяку кількісну інформацію про поширення виду, тобто *для кожного місцезростання подані характеристики виду: покриття, трапляння, життєвість, плодоношення* тощо. Метод визначення проективного вкриття певної площі, наприклад, половини стовбура дерева певним видом, може бути використаний, особливо у районах із сильним забрудненням повітря, де трапляються лише окремі найбільш токситолерантні епіфіти (наприклад, лишайники *Lecanora conizaeoies* або *L. varia*). Перевагою даного методу є відсутність в ньому суб'єктивних оцінок, проте він потребує доброї спеціальної підготовки, відносно дорогої техніки фотографування.

До третьої групи належать карти, які відбивають кількість видів лишайників. Цей показник можна розрахувати на окремий стовбур дерева або як середнє на прийнятну кількість форофітів (дерев одного і того ж виду і віку, які зростають в однакових умовах), або ж як середню кількість видів лишайників на певній площі, що є одиницею картування. Звичайно, *на карту наносять кількість епіфітних видів, які трапляються на 1 км² кожної досліджуваної ділянки*. Наприклад, було показано, що кількість



видів лишайників зростає зі збільшенням відстані від центру міста. Це явище надалі отримало назву "міського ефекту".

У всіх зазначених випадках можливі різновиди карт, які відбивають комбінації ознак або їх зміни у часі. *Найбільшу цінність являють собою карти, які відбивають кореляцію характеру поширення видів з показниками забруднення повітря на даній території.*

Складання карт криптограмної рослинності входить в комплекс екологічних і геоботанічних досліджень. Подібні роботи можливі лише при достатній вивченості певного регіону. Наявність на території Великобританії великої кількості апаратури для контролю вмісту радіації SO_2 у повітрі дало змогу вченим Хоксворту та Роузу зіставити результати вивчення лишайникових угруповань з показниками приладів. На основі карти Джільберта, складеної на підставі вивчення лишайникових угруповань і корелюючої із середньорічними рівнями вмісту SO_2 , в цих зонах отримано 10-бальну індикаційну шкалу (шкала оцінки забруднення повітря SO_2 за допомогою вивчення угруповань епіфітних лишайників). Біоіндикаційні шкали для визначення середньорічного вмісту SO_2 у повітрі за показаннями епіфітних лишайникових угруповань мають добру достовірність в області значень забруднювача від 30 до 170 мкг/м^3 повітря.

Краща кореляція існує між величиною значень зимових концентрацій. У районах Західної Європи, де зимові значення вмісту SO_2 перевищують 170 мкг/м^3 , епіфітні лишайники відсутні. Необхідно брати до уваги, що застосування біоіндикаційних шкал обмежене в основному районами, для яких вони розроблені. Тому в межах України використовувати ці шкали неможливо. Причому клімат Британських островів більш вологий і достатньо малих доз SO_2 для загибелі лишайників. У більш континентальних районах така концентрація, мабуть, буде вищою.

Згідно з Ю.Л. Мартіном (1984), серед карт рослинності можна виділити, принаймні, три категорії.

1. *Дрібномасштабні карти.* Таких карт опубліковано небагато. Хоксворт і Роуз (1970) склали карту, яка відбиває забруднення в Англії та Уельсі на основі епіфітних лишайників. Рао і Леблан (1967) подали карту, яка відбиває порушену рослинність бореальних лісів у Вейво, Онтаріо (Канада). До цієї групи карт також належить карта Баркмана (1958), яка висвітлює генералізовану картину поширення епіфітних пустель навколо міських агломерацій і промислових центрів у Голандії.

2. *Середньомасштабні карти.* Із карт, які належать до цієї категорії, заслуговує на увагу робота Джільберта (1965), де показана лишайникова



пустеля с. Тюн Веллі в Англії. Подібну карту підготував і Домроз (1965) для індустріального району Рейн-Вестфалія, яка ґрунтується на ступені покриття лишайникових угруповань.

3. *Крупномасштабні карти.* Правильно було б називати їх схемами або картосхемами. Ці карти дають загальну картину зон епіфітної рослинності всередині і навколо міст та індустріальних центрів. Таких карт багато, мабуть, більша частина індикаційних карт (для Осло, Стокгольма, Хельсінкі, Цюріха, Дебрецена, Кракова, Монреалю, різних міст у Румунії, Будапешта). Безліч індикаційних карт, виконаних у багатьох країнах, ґрунтується на різних індексах, тобто на синтетичних показниках, які кількісно передають властивості лишайникових угруповань.

На цих картах не відбиваються якісні властивості угруповань, що вивчаються, і інформацією для створення ієрархії картуючих одиниць служать інтегральні кількісні показники. Мова йде, головним чином, про два найбільш поширені індекси та їх модифікації:

а) *I.P.* — *індекс політолерантності* Трасса (1968), який має такий вигляд:

$$I.P. = \sum_{i=1}^n \frac{a_i c_i}{C_i}$$

де n — кількість видів у синузії; a_i — ступінь політолерантності виду (екологічний індекс); c_i — покриття виду; C_i — сумарне покриття видів, що утворюють синузю.

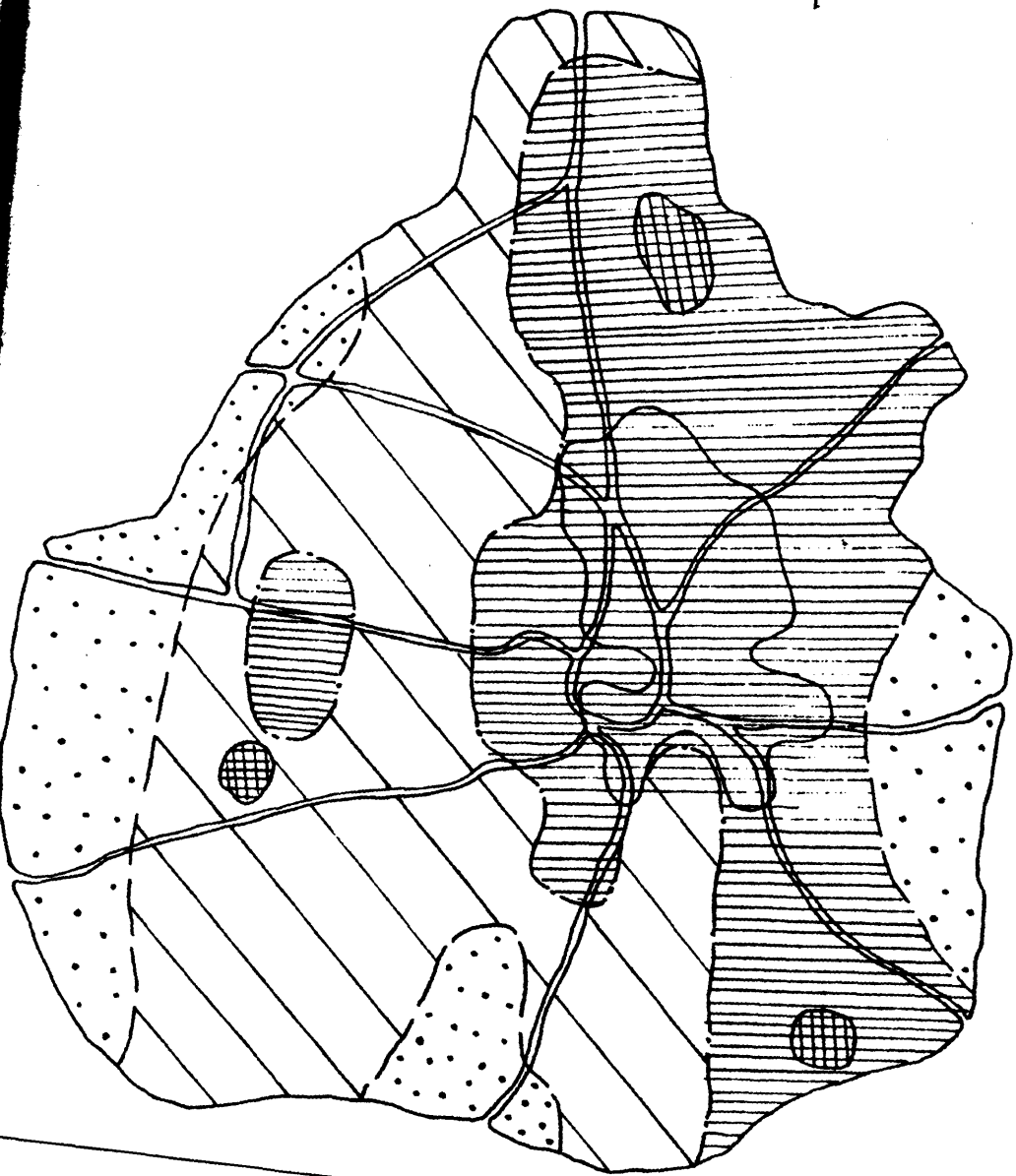
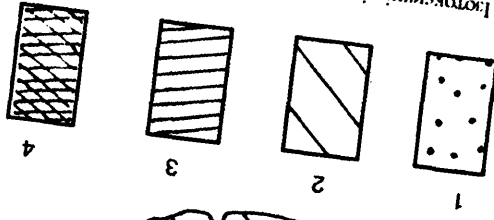
На рис. 9.1 зображені ліхеноіндикаційні зони на території м. Львова.

У формулі Трасса показники (класи) толерантності видів (a_i) можуть мати значення від 1 до 10 і визначаються за результатами польових спостережень для кожного виду; покриття виду (c_i) визначається за 10-бальною шкалою: 1 — покриття становить 1–3%; 2 — 3–5%; 3 — 5–10% 4 — 10–20%; 5 — 20–30%; 6 — 30–40%; 7 — 40–50%; 8 — 50–60%; 9 — 60–80%; 10 — 80–100% площі квадрата (наводиться візуально або за допомогою сітки квадрата 20×20 см).

Класом політолерантності (a_i) даного виду вважають той, де вид найбільш часто спостерігається і має найвище покриття і життєздатність. Таких класів 10: від 1-го (природні ландшафти без антропогенного впливу) до 10-го (міські та індустріальні ландшафти з дуже сильним антропогенним впливом). Для того щоб встановити місцеву належність виду до класу політолерантності, всі його місцезнаходження розподіляють за типами місцезростань. Коли всі дані розподілені за типами місцезростань, вимальовується крива локальної “поведінки” виду на узагальненій трансекті і в чистих до



Рис. 91. Ізотермічні аіхеноліваційні зони на території м. Анкона на основі розпарунок інакшх частин атмосфери (ІАЧ):
 1 — ісагпана зона, 2 — сабогпана зона, 3 — сепаніагпана зона, 4 — снанагпана зона.



забруднених місцезростань (Трасс, 1985). Така методика визначення класу політолерантності виду має, звичайно, деякі недоліки. Результати її застосування залежать від кількості матеріалу, від суб'єктивності визначення типів місцезростань, в яких були зібрані або описані зразки даного виду, від трапляння виду на території (рідкісний чи звичайний) і т. п.

б) І.А.П. — *індекс чистоти атмосфери де Слувера і Леблана* (De Sloover, Le Blan, 1968; De Sloover, 1970; Le Blanc, 1971), який математично є сумою добутоків комбінованого показника трапляння-покриття й екологічного індексу, який відбиває чутливість до забруднення повітря кожного з видів, що складають угруповання. Індекс чистоти атмосфери має такий вигляд:

$$I.A.P. = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i f_i}{10}$$

де Q_i — екологічний індекс кожного виду (ступінь стійкості до забруднення); f_i — комбінований показник частоти трапляння-покриття кожного виду; n — кількість видів, які зростають у даному районі.

Екологічний індекс (Q) оцінюється від 1 до 30 і визначається за середнім значенням кількості видів, які траплялись в досліджуваному місцезростанні; f — комбінований показник трапляння-покриття може мати значення від 1 до 5 і визначається візуально.

Як зазначає Х.Х. Трасс (1985), недоліком цієї типології є деяка розпливчастість. У чистому вигляді вказані комбінації видів, безперечно, трапляються рідко (крім перших трьох), і досліднику необхідно визначати належність своїх описів до двох-трьох класів через всілякі переходи між класами, звідси і можливості суттєвих помилок. У методиці Х.Х. Трасса значення і ступінь політолерантності видів залишаються проблематичними, якщо дослідження здійснюються в новій області (по відношенню до тієї, де було проведено визначення політолерантності видів раніше).

Для складання екологічних рядів витривалості типологій політолерантності, чутливості або синсебільності видів лишайників спочатку використовувались дані візуальних спостережень за видами на різних відстанях від джерела забруднення, обробляли ценологічні описи (зведені таблиці), пізніше здійснювали статистичні обробки і, нарешті, дані експериментальних досліджень про витривалість різних видів відносно концентрації певних забруднюючих речовин (сірчистого ангідриду, фтору, озону та ін.).

Проте, оскільки точні експериментальні аналізи до останнього часу стосувались лише незначної кількості видів, головним методом залишається спостереження за поведінкою видів у полі, в природних умовах, табеляр-

на обробка зібраних даних і показ у вигляді кривих їх "поведінки" на екологічному трансекті (градієнті) з віддаленням від джерела забруднення — центру міста, промислового підприємства.

Київські вчені О.Б. Блюм і Ю.Т. Тютюнник вивчали зміни вмісту свинцю в повітрі за період з початку 20-х років ХХ ст. за допомогою листуватих і куцистих лишайників, які серед рослин є одними з найкращих нагромаджувачів важких металів. Вміст свинцю досліджували в гербарних зразках епіфітних лишайників *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. та *Ramalina baltica* Lett., зібраних у м. Києві та його околицях у 20–30-ті роки О.З. Арцимовичем, О.В. Фомінім, Є.Я. Єлінім, А.М. Окснером, та в Канівському заповіднику в 50-ті роки (З.І. Супрунова), й у 80-ті роки (С.Я. Кондратюк). Крім того, визначали вміст свинцю у сланях вказаних лишайників, зібраних в 1984 р. у тих самих місцезнаходженнях. Для порівняння впливу віддалення місцезростання лишайників від джерела забруднення (автомагістралі) на вміст свинцю в їх сланях рослини збирали на віддалі від автомобільних доріг і безпосередньо на узбіччі дороги. Було проведено також кілька вимірів вмісту свинцю в сланях ще одного епіфітного лишайника — *Xanthoria lariatina* (L.) Th. Fr., зібраного в межах Києва. Зразки лишайників озолювалися в муфельній печі при 430°C і розчинялися в 1 н. азотній кислоті дворазово (вдруге — після упарювання). Вміст свинцю в розчині визначали методом атомно-абсорбційного аналізу на спектрофотометрі ААС-1N (НДР) у повітряно-ацетиленовому полум'ї. Вміст свинцю в сланях перераховували в мікрограми на грам повітряно-сухої маси лишайника.

У період з 20-х по 80-ті роки на території м. Києва концентрація свинцю в зразках лишайників, які є одними з найкращих біогеохімічних індикаторів вмісту металу в повітрі, зростає в середньому в 2,4 раза.

Як відомо, кількість свинцю в ґрунті і у вищих рослинах урбанізованих районів подвоюється приблизно через кожні 25 років. Надходить сюди цей елемент головним чином з атмосферними опадами та аерозолями внаслідок седиментації. Таким чином, свинець постійно вилучається з атмосферного повітря і акумулюється в рослинах і особливо в ґрунті. Виходячи з цього, темпи зростання вмісту свинцю в приземному шарі повітря над урбанізованими територіями повинні бути нижчими, ніж темпи зростання вмісту свинцю у вищих рослинах і ґрунті на цих територіях. Дані про нагромадження свинцю епіфітними лишайниками свідчать про подвоєння його вмісту в повітрі над м. Києвом за останні 50 років.

У 20-ті роки повітря над територією міста і його околиць було забруднене значно менше і більш рівномірно, ніж у 80-ті. Наприклад, амплі-



літуда зміни вмісту свинцю у *H.physodes*, зібраної в 20-ті роки, становить 7,6 мкг/г, у 80-ті — 40,4 мкг/г. При цьому найбільші концентрації свинцю були в лишайниках, зібраних на узбіччях доріг як у 20-ті, так і в 80-ті роки (Петрівецький тракт — 15,1 мкг/г, узбіччя дороги в Святошино — 63,4 мкг/г). За розглядуваний період *H.physodes* із парку ім. Пушкіна (центральна частина міста) зникла, що, безперечно, зумовлено зростаючим впливом різних атмосферних забруднювачів, у тому числі і важких металів. Уявлення про концентрації свинцю в повітрі матимемо, порівнявши вміст свинцю в зразках знайденої тут *X.parietina* з його вмістом в сланях *H.physodes*, що збереглася в інших районах міста.

Значно зріс вміст свинцю і в лишайниках із Парку культури і відпочинку Залізничного району (також центральна частина міста). Збільшення концентрації свинцю в повітрі на околицях м. Києва, виходячи з вмісту металу в лишайниках, було менш інтенсивним.

За даними авторів, Пуца-Водиця — єдиний район міста, де кількість свинцю за розглянутий період зменшилась. На жаль, для гербарних зразків *H.physodes* і *R.baltica* більш точне місце їх збору не вказано. Однак те, що ці лишайники зібрані різними колекторами в різні роки (1920, 1921), робить малоймовірним їх збір в одному й тому самому місці поблизу локального джерела забруднення повітря свинцем. Не виключено, що в цій віддаленій від центру частині міста, розташованій у лісі, рівень забруднення атмосфери свинцем знизився внаслідок перетворення цього району у великий рекреаційний центр.

Зростання вмісту свинцю в повітрі за межами міста у період з 20-х по 80-ті роки було значно меншим. Фоновий вміст свинцю в сланях *H.physodes*, зібраної в межах Київської області, становить зараз у середньому 9,8 мкг/г. Концентрація ж металу в гербарних зразках *H. physodes*, зібраних на цій території в 20-ті роки, була трохи меншою і становила в середньому 8,6 мкг/г. Разом з тим на території с.м.т. Ворзель спостерігається значне зростання вмісту свинцю в повітрі за цей же період.

Ще більш інтенсивне зростання концентрації свинцю в повітрі, за даними авторів, було на території Канівського державного заповідника (Черкаська область). Вміст свинцю в сланях *H.physodes* за останні 30 років збільшився в 2,4 рази. Це можна пояснити, по-перше, тим, що зразки рослин-моніторів були зібрані поблизу якогось локального джерела викидів свинцю в атмосферу; по-друге, підвищений вміст свинцю в сланях лишайника міг бути пов'язаний з особливостями седиментації аерозолей з адсорбованим металом, які зумовлені специфікою фізико-географічних умов (насамперед кліматичних).



Таким чином, можна зробити висновок, що вивчення вмісту свинцю в лишайниках відкриває значні перспективи як для історичного моніторингу, так і для забезпечення надійного контролю за станом чистоти атмосферного повітря від забруднення важкими металами.

9.3. МІКРОБІОЛОГІЧНА ІНДИКАЦІЯ МІСЬКИХ ҐРУНТІВ

Ґрунт виконує свої екологічні функції завдяки активності функціонування його живого компонента — комплексу ґрунтових мікроорганізмів. При достатній забезпеченості міських ґрунтів основними елементами живлення до числа лімітуючих факторів ґрунтової родючості і функціонування мікробіологічної складової належать акліматизація, переуцільнення і забруднення важкими металами, вуглеводнями та іншими токсичними речовинами (табл. 9.1).

Застосування мікробіологічних показників, які відбивають реальний

Таблиця 9.1

Характеристика ґрунтів зелених насаджень м. Львова

Об'єкт	Рослинність	Вологість ґрунту при відборі зразків	рН води	Валові форми, %				Гранулометричний склад:
				С орг.	N	P	K	
Лісопарк "Погулянка"	Свіжа грабова бучина	27	4,7	2,3	0,03	0,13	0,24	Легкосуглинистий
Парк "Високий Замок"	Штучні насадж. клен, каштан, ясен	13	7,1	1,9	0,07	0,06	0,12	Легкосуглинистий
Парк ім. І. Франка	Штучні насадж. клен, каштан, ясен, явір	35	7,2	1,7	0,13	0,22	0,10	Легкосуглинистий
Сквер "На валах"	Штучні насадж. клен, каштан, явір	26	7,5	1,7	0,40	0,31	0,09	Легкосуглинистий
Бульвар Свободи	Штучні насадж. газон	33	7,9	1,7	0,09	0,14	0,11	Легкосуглинистий

стан ґрунту, є особливо важливим для ґрунтів урбоєкосистем з їх широкою амплітудою фізико-хімічних параметрів. Стійкість мікробних угруповань і водночас їх висока чутливість до змін параметрів середовища існування дають можливість охарактеризувати стан ґрунту.

Для оцінки впливу різних полютантів на функціонування угруповань ґрунтових мікроорганізмів у лабораторних експериментах використовують високі концентрації токсичних речовин, щоб проілюструвати, як правило, їх негативний вплив. Значно складніше оцінити стан мікробного блоку при довготривалому впливі різних доз великого спектра полютантів, а також з'ясувати провідні та другорядні чинники, стан мікробного ценозу та відбити зміни в його функціонуванні та стійкості до несприятливих факторів.

Для оцінки стійкості функціонування комплексу ґрунтових мікроорганізмів використовують нові показники, зокрема, залежність швидкості дихання мікроорганізмів (V_{basal}) від їх біомаси (B) або залежність V_{basal} від швидкості субстрат-індукованого дихання (V_{sir}). У першому випадку показник отримав назву метаболічного коефіцієнта — q_{CO_2} (V_{basal}/B); а в другому — коефіцієнта мікробного дихання — Q_{r} ($V_{\text{basal}}/V_{\text{sir}}$). Ці показники є достатньо чутливими та точними індикаторами різних змін в ґрунтовій системі. Встановлено, що значення q_{CO_2} зростає зі збільшенням вмісту важких металів, розорюванням ґрунтів, застосуванням добрив та пестицидів. Коефіцієнт мікробного дихання є індикатором процесів самоочищення ґрунту, за величиною Q_{r} можна кількісно оцінити вплив органічних полютантів на угруповання ґрунтових мікроорганізмів і його стійкість.

Оскільки запропоновані коефіцієнти q_{CO_2} і Q_{r} близькі за своїм фізіологічним значенням, використання Q_{r} є доцільніше, тому що не вимагає трудомісткого визначення біомаси ґрунтових мікроорганізмів і дає можливість зіставити результати, отримані різними авторами.

Оцінювався вплив міського середовища на коефіцієнт мікробного дихання ґрунтів парків та скверів, внаслідок чого отримано характеристику стійкості ґрунтових мікробних ценозів (Кучерявий, Каспрук, 1997).

Ґрунтові зразки брали в зелених насадженнях II — IV еколого-фітоценоотичних поясів м. Львова (лісопарк "Погулянка", парк "Високий Замок", сквер "На валах", парк ім. Ів. Франка, бульвар Свободи). Ґрунт відбирали із глибини 0–10 см, просіювали через сито з діаметром отворів 3 мм, а потім поміщали у пластикові пакети для збереження польової вологості. Проби використовували для проведення аналізів не пізніше ніж через 24 год. після відбору.



Субстрат-індуковане дихання (V_{сiр}). Наважку ґрунту вносили у флакон з щільним корком, додавали концентровану глюкозо-мінеральну суміш (КГМС, мг/мл: глюкоза — 200, K₂HPO₄ — 20, (NH₄)₂SO₄ — 20) для створення концентрації глюкози 10 мг/г ґрунту. Після додавання КГМС флакони закривали, фіксували і переносили в термостат для інкубації при температурі 25°C. Через 4 год визначали кількість CO₂, який виділився із зразка ґрунту, методом абсорбції з 1,0-н розчином КОН. Швидкість субстрат-індукованого дихання мікроорганізмів виражали в мкг С-CO₂ г/год (табл. 9.2).

Т а б л и ц я 92

Показники мікробіологічної активності ґрунтів зелених насаджень м. Львова (червень, 1997)

Об'єкт	V basal, мкг/год	V basal, %	V сiр, мкг/год	V сiр, %	Qr	Qr'
Лісопарк "Погулянка"	1,00	—	3,90	—	0,25	—
контроль						
Парк "Високий Замок"	0,88	88	3,25	83	0,27	1,05
Парк ім. І.Франка	1,48	148	4,24	109	0,35	1,36
Сквер "На валах"	1,69	169	3,74	96	0,45	1,77
Бульвар Свободи	0,79	79	1,42	36	0,56	2,17

Ґрунти п'яти досліджуваних ценозів суттєво відрізнялись за складом і структурою (природний грабово-буковий масив Погулянки і штучні насадження парків, скверів і бульвару), вмістом органічного вуглецю, валових форм N, P, K, величиною актуальної кислотності, однотипністю гранулометричного складу.

Ґрунти під зеленими насадженнями, окрім Погулянки, є насипними, що дає підставу вважати їх штучними урбаноземами із характеристиками, які формувались під впливом міського середовища. З метою оцінки ступеня порушення стійкості комплексів ґрунтових мікроорганізмів і можливостей ґрунтів цих зелених насаджень виконувати свої екологічні функції, життєдіяльність ґрунтового комплексу мікроорганізмів досліджували на контрольному для міста об'єкті "Погулянка" і порівнювали з штучно створеними насипними ґрунтами зелених насаджень центральної частини міста.

Середні значення коефіцієнта мікробного дихання (контрольної та інших ділянок) достовірно відрізнялись між собою, що може бути свідчен-

ням різної стійкості мікробних комплексів цих ґрунтів. Найнижчі значення Q_g спостерігались для ґрунтів лісопарку “Погулянка” та парку “Високий Замок”. Оскільки значення Q_g в ґрунтах стійких непорушених ценозів перебувають в інтервалі 0,1-0,3, то найбільш стійким ценозом (за рахунок стійкості ґрунтових мікробних угруповань) можна вважати природний лісопарк “Погулянка” з Q_g 0,25. Ґрунти насипних парків “Високий Замок”, ім. Франка, скверу “На валах” та проспекту Свободи виявились менш стійкими (Q_g 0,27-0,56). Значення Q_g 0,27 для ґрунту парку “Високий Замок” також перебуває в інтервалі для непорушених ценозів, що можна пояснити розташуванням парку на найвищій точці міста і, можливо, меншою кількістю нагромадження поллютантів за рахунок кращої провітрюваності й інтенсивного поверхневого стоку.

Значення коефіцієнта мікробного дихання залежить від швидкості як базального, так і субстрат-індукованого дихання. Взаємозв'язок цих двох показників суттєво змінюється при попаданні поллютантів у ґрунт. Наприклад, при забрудненні ґрунту важкими металами V_{basal} може зростати, а активна мікробна біомаса зменшуватися. Ця тенденція у нашому випадку спостерігається для ґрунту у парку ім. Ів. Франка.

Показник V_{basal} відбиває доступність органічної речовини ґрунту для ґрунтових мікроорганізмів, тому за величиною V_{basal}/V_{basal} контроль можна визначити процеси руйнування (детоксикації) поллютантів ґрунтовими мікроорганізмами. Якщо ця залежність менша 100 %, то можна вважати, що полютант пригнічує мікробне угруповання. Високий рівень цього співвідношення (понад 100%) свідчить про інтенсивний розклад поллютантів у ґрунті. У досліджуваних ґрунтах найменша величина V_{basal} отримана для ґрунту пр. Свободи (79%), тобто у цьому випадку відзначаємо найсильніше інгібування мікробіологічної діяльності і процесів мінералізації органічної речовини. У ґрунтах скверу “На валах” і парку ім. Ів. Франка спостерігається інтенсивний розклад поллютантів, про що свідчить збільшення швидкості V_{basal} на 48 і 69% відносно контролю.

Показник V_{sig} характеризує активність мікробного угруповання ґрунту. За значеннями V_{sig} досліджуваних ґрунтів можна отримати у відсотках від контрольного варіанту (V_{sig}) відомості щодо зміни активності мікроорганізмів для ґрунту на проспекті Свободи (на 64%). На інших ділянках суттєвої зміни V_{sig} не встановлено.

Показник Q_g та Q_g' (Q_g/Q_g' контроль) дає можливість оцінити ступінь порушення стійкості мікробних угруповань. Чим більше значення Q_g' , тим сильніше виражено порушення стійкості під дією зовнішніх чинників.



Знову ж таки, максимальне значення Q_r' відзначено для ґрунту на проспекті Свободи, дещо нижчі значення Q_r' для ґрунтів парку ім. Ів. Франка та сквері "На валах". Для ґрунту парку Високий Замок достовірних змін значень Q_r' не зареєстровано. Слід зазначити, що, згідно з синекологічною шкалою стійкості, порушення стійкості мікробних угруповань ґрунту можна вважати середнім (Q_r' 1,37) у сквері "На валах", а в парку м. Ів. Франка — слабим (Q_r' 1,4–1,8).

Таким чином, урбогенне середовище по-різному впливає на стійкість комплексів ґрунтових мікроорганізмів зелених насаджень. Не зафіксовано суттєвого негативного впливу міського середовища на послаблення екологічних функцій ґрунтів під зеленими насадженнями парку Високий Замок. Крім того, якщо прийняти до уваги, що істотніші зміни функціональних параметрів зафіксовані в менш стійких ґрунтових системах скверу "На валах", парку ім. Ів. Франка та проспекту Свободи, то можна стверджувати, що чим менша стійкість системи (Q_r' більше 0,3), тим сильніше впливають на неї різноманітні полютанти. Якщо система стійкіша ($Q_r'=0,1-0,3$), то антропогенний вплив на неї менший.





10

ФІТОВІТАЛЬНІСТЬ І МЕТОДИ ОЦІНКИ

10.1. УРБОГЕННІ ПОШКОДЖУЮЧІ ФАКТОРИ І ФІТОВІТАЛЬНІСТЬ

Теоретичною базою інтродукції вважають вивчення закономірностей реакції рослин на перенос їх з природи в культуру і нові умови проживання (Лапін, 1981) і на цій підставі здійснення їх використання в практичній діяльності з метою підвищення продуктивності, стійкості до несприятливих умов існування, обґрунтування методів створення оптимальних культурних фітоценозів. Вирощування дерев та чагарників в умовах II і IV ЕФП великого міста — це інтродукційний процес.

В умовах урбоекосистем крупних і великих міст життєздатність інтродуцентів залежить головним чином від пошкоджуючих впливів (Слепян, 1981), які, незважаючи на різноманітність, цілком можуть бути об'єднані у певні категорії, суть яких пов'язана з найважливішими характеристиками умов зростання. Виділяють декілька категорій найбільш характерних пошкоджуючих впливів: зокрема, дисхімія, дисгідрія, дисрадіація, дисгидрація, диседафія, диспакія, дисгравітація. Вивчення всіх цих пошкоджуючих впливів має надзвичайно важливе значення, оскільки вони погіршують "якість життя" рослин, а часто ведуть і до загибелі не лише окремих індивідів, але й цілих фітоценозів.

Для вивчення всього комплексу пошкоджуючих факторів необхідні спеціальні наукові дослідження та значне фінансування. Зупинимось на найбільш суттєвих несприятливих факторах міського середовища, які в свій час Л.О. Машинський (1973) розподілив на дві основні групи. *Перша група впливає на корені рослин:* збіднення ґрунту поживними речовина-



ми або, навпаки, їх надмір (в насипних ґрунтах), ущільнення ґрунтів, підвищена кислотність або лужна реакція, висушення або перезволоження та ін. Друга група факторів впливає на наземну частину: перегрів, задимленість, загазованість і запиленість повітря, механічні пошкодження, недостатня інсоляція і т.п.

Урбанізація характеризується процесом ксерофілізації та інтоксикації міського природного середовища. Процес ксерофілізації відбувається завдяки інженерній інфраструктурі одночасно з глибокою посадкою будинків, а також завдяки величезним поверхням бетону і асфальту, які згруповані на інсоляційних територіях.

Підземні фундаменти, комунікації та інші інженерні споруди є причиною обезводнення великих поверхонь міських ґрунтів. Джерела та інші водотоки віддають воду в колектори. Зменшенню вологості ґрунтів сприяють також теплотраси, які перетинають значні міські території і висушують прилеглі смуги землі. Обезводнення міських земель є одним з головних факторів остепнення місцезростань, що обмежують умови існування деревної рослинності.

Суттєвим фактором зміни міського середовища є його інтоксикація. Цей процес зачіпає ґрунти, води, атмосферу, живі організми, рослини і тварин. Інтоксикацію ґрунтів збільшує посипання проїзної частини і тротуарів сіллю, що веде до змивання її та засолення ґрунтів, ґрунтових і поверхневих вод. Питома вага солі в ґрунті понад 0,12 є критичною для більшості видів дерев. Звичайно кількість видів дерев, які могли б переносити подібні несприятливі умови, обмежена. Фактор засолення, як підтверджують досліді, є головною причиною загибелі дерев у вуличних посадках.

Забруднення вод у містах має різні джерела: засолення ґрунтів, забруднення атмосферного повітря газами і пилом промисловості і транспорту, а також хімізація з метою підвищення біологічної продуктивності та захисту рослин.

Ступінь забруднення поверхневих і ґрунтових вод неоднаковий і залежить від положення відносно джерела емісій. Забруднення вод є суттєвим фактором, що обмежує розвиток дерев та чагарників.

Забруднення атмосферного повітря пилом і газами, головним джерелом якого в містах є автомобільний транспорт (70% газових викидів у великих і середніх містах — це вихлопи автомобілів), негативно впливає на розвиток міської рослинності. До газів, які забруднюють атмосферне повітря, належать сполуки сірки, азоту, флюорит, вуглеводень, окиси важких металів. Ці сполуки синергетично діють на стан рослин і тварин, а також ґрунтове середовище. Особливо чутливі до цих умов хвойні й ок-



ремі види листяних порід. Забруднення атмосфери акумулюється у ґрунті, рослинах і створює додаткові труднощі для розвитку дерев. Ці перешкоди є причиною обмеження інтродукції деревних рослин у містах.

Реконструкція міської забудови і комунікацій практично ніколи не узгоджується з інтересами озеленення, оскільки воно вважається таким, що не має ціни або дуже дешево.

10.2. ВПЛИВ ЗАГАЗОВАНОСТІ НА ЖИТТЄВІСТЬ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

На кафедрі охорони природи Казанського університету у 80-х роках були проведені дослідження впливу загазованості на життєвість клена ясенелистого (Нікітін, 1987). Результати досліджень переконливо показали, як впливає загазованість на склад, водний обмін і динаміку росту листових пластин клена ясенелистого — надзвичайно газостійкого виду. Для проведення експериментальної частини досліджень були підібрані у м. Казані дві ділянки — контрольна і дослідна, певною мірою ідентичні за структурою і рельєфом місцевості, з однаковим рівнем залягання ґрунтових вод, а також із постійно переважаючим напрямком вітру. Рівень загазованості і запиленості повітря на дослідній ділянці значно перевищував гранично допустимі концентрації (ГДК). Загальний фон загазованості становили 3,4-бензопірен, етилхлоргідрин, сірчистий газ, вуглекислий газ, сірководень, хлористий водень. У газовому складі атмосфери контрольної ділянки постійних домішок не виявлено.

Експеримент проводили над деревами клена ясенелистого 18-річного віку протягом трьох років. Спостереження вели за сімома показниками:

1. Загальну кількість води і водотривку здатність визначали ваговим методом. Обезводнення листя здійснювали в ексикаторах насиченими розчинами солей хлористого натрію, де був створений певний рівень пружності водяної пари. Масу листя визначали на аналітичній вазі через 1, 2, 4, 8, 16, 32, 48 год з моменту поміщення їх в ексикатор. Потім будували графік змін маси листя за певний час і визначали коефіцієнти виходу води з листя.

2. Концентрацію клітинного соку визначали рефрактометричним методом.

3. рН клітинного соку вимірювали потенціометричним методом із використанням лампового потенціометра ЛП-5.

4. Кількість хлорофілу в листях визначали калориметричним методом, розрахунок вмісту хлорофілу здійснювали загальноприйнятими методами.



5. Динаміку росту листової пластинки у період весняної вегетації визначали за існуючими методиками (Щученко, Андрющенко, Медведєв, 1973).

6. Схожість насіння клена ясенелистого визначали в умовах різних значень рН поживного розчину. Шкала вимірювання — від 4 до 10. Насіння пророщували в чашках Петрі із наступним підрахунком проростків і коріння, їх висоти та вмісту хлорофілу. Проведення такого експерименту дало змогу знайти оптимальні умови кислотності ґрунту для насінневого відтворення клена ясенелистого.

7. Вольтамперні характеристики тканин листа вимірювали на полярографі ЛП-7. Результати оброблялись на ЕОМ.

Дані щодо дії газових концентрацій на наявність води в листі свідчать про те, що її вміст у досліджуваних рослин вищий, ніж у контрольних. Водночас величина приросту листа у досліджуваних рослин помітно менша, ніж у контрольних на кожен даний момент.

Якщо рослина перебуває в нормальному фізіологічному стані, то кількість вільної води в ній корелює з її ростом, а вміст зв'язаної води — зі стійкістю до несприятливих умов середовища.

Співвідношення вільної і зв'язаної води залежить від умов життя рослини і фізіологічного стану. Виявилось, що високі газові концентрації, на відміну від посухи і низьких температур, ведуть до зміни величин констант швидкості виходу води з листа в момент обезводнення. Зниження водотривкої здатності тканин листа, що знаходиться в несприятливих умовах існування, дає можливість припустити, що проникливість клітинних мембран для води в умовах підвищеної загазованості збільшується, вірогідно, внаслідок зменшення енергетичної ефективності як фотосинтезу, так і дихання, що веде до ряду структурних змін.

Величина концентрації клітинного соку у досліджуваного і контрольного листа мало відрізняється, що свідчить про ідентичність осмотичного тиску всередині листової пластинки. Беручи до уваги наявну різницю у показниках оводнення, припускають, що відбуваються зміни хімічного складу, структури цитоплазми листа досліджуваних рослин. Відомо, що структура цитоплазми визначається взаємодією води з високополімерними компонентами цитоплазми, особливо з білками. Тому порушення стану одного з компонентів неминуче має зумовити порушення структури усієї цитоплазми як впорядкованої системи і змінити стан кожного її компонента. Отже, структурні зміни цитоплазми клітин листа сприяють нормалізації життєвості клітин листа в несприятливих умовах зростання, зокрема, підвищеної загазованості повітря.

Дослідження рН клітинного соку в рослин, що проростали в умовах



забруднення атмосферного повітря, і контрольних рослин свідчать, що рівень кислотності в обох випадках суттєво не відрізняється. Вірогідно, що надмірна кислотність атмосферного повітря не призводить до суттєвих змін в рН внутрішньоклітинного середовища внаслідок існування ряду комплексних механізмів захисту.

Дослідження кількісного вмісту хлорофілу свідчить, що його максимальний склад збігається з мінімумом загазованості, і навпаки. Таку властивість можна охарактеризувати як анабіотичну газостійкість, яка є своєрідним варіантом фізіологічної газостійкості і виражається в зниженні інтенсивності усіх фізіологічних процесів у найсприятливіших умовах росту. У дослідних рослин спостерігається немовби пульсуючий ріст листових пластинок. Характерні плато на гістограмі вказують на періоди спокою в момент росту, які збігаються з днями підвищеної концентрації газів у повітрі.

Наведені дані досліджень впливу повітряного і ґрунтового середовища на схожість насіння клена ясенелистого свідчать, що переважання газів і переущільнення міських ґрунтів ведуть до зміщення рН ґрунтів у бік кислих характеристик, а це, в свою чергу, до створення несприятливих умов для самовідновлення клена ясенелистого насінневим шляхом. Це і є, напевно, одним із тих моментів, які спонукають клен ясенелистий до порослевого розмноження у міському середовищі (клен гостролистий у цих умовах досить успішно відновлюється, наприклад, у стрижених зелених огорожах).

Результати вольтамперних досліджень стебел виявили, що водовіддача через кутикулу і продихові щілини у листі досліджуваних рослин відбувається не так інтенсивно, як у контрольних. Велике значення продихового і кутикулярного опорів у досліджуваних рослин розглядається як наслідок дії механізмів, які компенсують зміни у водному і енергетичному балансах рослин у різних умовах їх існування.

Відмінності електропровідності й опору електричного струму в досліді і контролі є показниками специфічної реакції рослин на газовий вплив. У першому наближенні вважають, що потоки води через кутикулу, епідерміс і продихи є паралельними. Тоді, за аналогією із електричним струмом, еквівалентний опір визначатиметься за формулою

$$\frac{1}{R_{\text{ек}}} = \frac{1}{R_k} + \frac{1}{R_n}$$

де $R_{\text{ек}}$ — еквівалентний опір потоку води, який перетікає через поверхню листка; $R_k = R_{\text{дерм.}} - R_{\text{прод.}} - R_{\text{кут.}} - R_{\text{щ.}} - R_{\text{ст.}}$ — опір потоку води, який перетікає через



нижню поверхню листка: $R_n = R_{\text{мож.}} - R_{\text{без. стій.}}$ — опір потоку води, який пересувається через отвори проходів. Кількість виходу води характеризує константа швидкості, яку визначають за формулою: $y = B \times 10^{-kx}$, де y — мас. % вихідного; B — коефіцієнт; k — константа швидкості; x — час.

Якщо брати до уваги, що еквівалентний опір електричному струму пропорційний константі швидкості входу води в листя, то зниження показника еквівалентного опору у дослідному варіанті свідчить про загальну ослабленість листя цих рослин.

Ослабленість листя виявляється в їх слабкій водотривкій здатності і наявності в них підвищеної кількості загальної води. Такий стан дає підстави рекомендувати рясніше поливання рослин в умовах підвищеної загазованості.

Виявлено негативні впливи загазованості на фізіологічні процеси. Клен ясенелистий виробив захисні механізми, виявляючи високу екологічну пластичність. Захист клена ясенелистого від газового впливу відбувається на клітинно-тканинному рівні :

- а) структурна газостійкість зростання оводнення клітин листя;
- б) біохімічна газостійкість (зниження вмісту хлорофілу в момент підвищення концентрації газів в атмосфері).

Газозахист, що підтверджують результати досліджень, відбувається на організмовому рівні. Це проявляється у сповільненні росту листових пластинок, а отже, в зменшенні накопичення біомаси.

За даними І. Р. Рахімбаєва, А. П. Дашкевича (1982), які вели спостереження за 12 видами дерев і чагарників в умовах поліметалічного комбікнату (Рудний Алтай), практично у всіх порід виявлено зміщення фенофази залежно від ступеня загазованості атмосферного повітря. У більшості рослин, які росли на території промислових майданчиків, набухання і розпускання бруньок настає на 4–8 діб раніше, ніж у контрольних: у тополі бальзамічної, аморфи кущистої, берези повислої, горобинника горобининого, смородини чорної — на 4–6 діб; бузків угорського і звичайного, спіреї Біліярда — на 6–8 діб.

Спостерігаються відмінності і в настанні облісненості. В місцях із підвищеною загазованістю повітря облісненість настає на 15–20 діб раніше, ніж у місцях з чистим повітрям. Цвітіння на промайданчиках настає і закінчується на 3–6 діб раніше контролю.

В більшості випадків цвітіння недружне, слабке, газами пошкоджуються пелюстки, тичинки та інші елементи квітки.

Токсичні гази промислового забруднення негативно впливають на плодоношення — часто трапляється всихання зав'язі одразу після цвітіння.

Значне відхилення спостерігається в завершальних фазах сезонного розвитку. Осіннє забарвлення і листопад наступають у деяких рослин раніше на 10–20 діб.

В умовах високої загазованості внаслідок сильних опіків газами багато рослин поступово гублять листя протягом усієї вегетації, починаючи з червня. Ступінь загазованості сильно впливає на строки осіннього забарвлення і листопаду — чим вища загазованість місцезростання, тим раніше жовтіє і опадає листя. На ділянках із середньою загазованістю листопад настає на 7–14 діб, а на ділянках із високою загазованістю — на 12–20 діб раніше.

Зіставляючи результати сезонного розвитку дослідних і контрольних рослин за ряд років, І. Р. Рахімбаєв і А. П. Дашкевич відзначають, що для вологих і холодних вегетаційних періодів характерними є пізні і розтягнуті строки настання і проходження фенофаз.

У посушливі і спекотливі роки у дослідних рослин фенофази більш стислі і пошкодження токсичними газами сильніше, ніж у порід з помірними температурами.

10.3. ФЕНОРИТМІКА ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ТА ОЦІНКА ЇХ ФІТОВІТАЛЬНОСТІ

Спостереження за ходом феноритміки проводили у чотирьох еколого-фітоценотичних поясах комплексної зони Львова: природних лісах (I), парках (II), скверах (III) і насадженнях міських площ та вулиць щільної міської забудови (IV), які відрізняються умовами місцезростання. Древа, які спостерігали, знаходились приблизно в однакових умовах освітлення.

Систематичні спостереження були зосереджені на 21-й фазі розвитку як вегетативних, так і генеративних органів, які охоплюють річний цикл розвитку дерев. Застосовували методіку фенологічних досліджень ГБС колишнього СРСР з деякою деталізацією, яка доповнює дані про розвиток фенофаз. Виділено чотири фази розвитку, а саме: листків, квіток, пагонів і плодів. Зупинимось на особливостях феноритміки окремих фаз розвитку.

Фаза розвитку листків. У більшості видів розкривання листових бруньок настає швидко і збігається з початком вегетації (глід, акація біла та ін.). В інших бруньки протягом тривалого періоду збільшуються, але розшарування луски настає значно пізніше (явір, каштан, бук, горобина, липа).

У більшості видів, які перебувають в однакових умовах, розвиток бру-

нюк і перших листків настає одночасно. Однак існують види, в яких розкривання бруньок і розвиток листків відбувається неодноразово навіть в екземплярів, які ростуть у близькому сусідстві (бук).

В окремих видів молоді листки бувають уражені весняними заморозками (в основному екзоти), що іноді затримує не лише вегетацію, але й подальші фази розвитку.

У випадку сильного пошкодження молодих пагонів внаслідок пізньовесняних заморозків з'являються пагони зі сплячих бруньок, а потім із раніше пошкоджених. У такому випадку нове покоління листків розвивається з великим запізненням і нерівномірно.

У дерев, що зростають у несприятливих умовах III і IV ЕФП, крім листків весняного розвитку в літній і осінній періоди спостерігається поява листків другої генерації. Відбувається це в спекотливе сухе літо, коли прискорюється відмирання весняних листків, особливо у видів, що знаходяться на пекучому сонці.

Час і характер зміни листків залежать від біологічних властивостей рослин, умов місцезростання та погоди. Під час сухої і сонячної погоди в одних і тих же екземплярах забарвлення більш раннє, інтенсивнє і триває більш короткий період, ніж у холодну дощову погоду. На невчасність та інтенсивність забарвлення має вплив також ступінь затінення. Наприклад, максимально декоративне забарвлення у церсиса японського і оштового дерева спостерігається у випадку повного сонячного освітлення.

У період вологої і холодної осені забарвлення листків більш виразне у міської, ніж у паркової чи лісової зелені. В окремих видів, навіть в умовах лісопарку, іноді настає передчасне забарвлення листків на окремих гілках, що не свідчить про початок масової зміни забарвлення. Як правило, це листки на гілках, відтінених всередині крони (береза, липа, тополя). Їх відзначають в умовах сухого та сонячного літа. Деякі з них одержують винятково декоративне забарвлення (клен Гінала), в інших ефектне декоративне забарвлення настає лише в пору сонячної і теплої погоди (горобина звичайна).

Окремі види не мають вираженого осіннього забарвлення листків (тополя біла, горобина, біла акація). У зазначених видів залежно від кліматичних умов листя опадає зеленим (переважно після заморозків), на початку зміни забарвлення, осінні фарби тривають недовго. Деякі з них утримують ефектні фарби до опадання листя, інші ж втрачають їх швидко. У деяких видів не лише відсутнє ефектне забарвлення листя, але в цей період вони найменш декоративні, навіть навпаки (тополя біла).

В умовах III і IV ЕФП у багатьох видів листя всихає передчасно. Відми-

рання і опадання листя спостерігаємо вже в червні-липні, особливо у особин, які зростають у найгірших умовах міського середовища (клен, липа, каштан). В окремих випадках початок відмирання листків починається після того, як вони досягли своєї нормальної величини. Негативні умови IV ЕФП є причиною зменшення площі поверхні листків.

Є окремі види, в яких вже влітку листя змінює забарвлення і відпадає на нижніх гілках (гледичія, акація) або відмирання листя відбувається раніше (бук, дуб). Частина мертвого листя може довго залишатись на деревах.

Швидкість опадання листя залежить від погоди. У період вологої осені опадання протікає вдвоє повільніше, ніж у суху теплу погоду. Осінні заморозки значною мірою прискорюють опадання листя.

Наприклад, заморозки восени 1972 р. (2–5 жовтня) прискорили опадання листя порівняно з беззаморозковим жовтнем 1971 р. на 17 днів.

Сильний вплив на тривалість життя листя мають зовнішні умови, зокрема, ксерофілізація середовища зростання. В сухих і сонячних місцях у бука виявлене опадання листя на межі вересня і жовтня, у місцях вологих — лише в кінці жовтня і на початку листопада. Передчасне відмирання і опадання листя спостерігається в суху і сонячну погоду. Порівняно з деревами, що зростають у лісових і паркових насадженнях, дерева скверів (III ЕФП) в середньому скидають листя на 8 днів раніше, а вулиць і площ (IV ЕФП) — на 12 днів.

Процес відмирання і опадання листя в окремих особин прискорений в зв'язку з пошкодженням їх шкідниками.

Фаза розвитку квіток. Ефект цвітіння різний у різних видів і залежить не тільки від кількості та забарвлення квіток, але й від одночасності їх розцвітання. Для багатьох видів характерним є явище так званого змінного цвітіння і плодоношення, тобто одного року воно рясне, а наступного — слабке або зовсім відсутнє. Тривалість цвітіння значною мірою залежить від погоди. Суха і сонячна погода прискорює і зберігає період цвітіння, тоді як волога — навпаки.

В умовах III і IV ЕФП цвітіння рослин в цілому ослаблене і часто нерівномірне. Сильні весняні заморозки можуть бути причиною пошкодження тільки розквітлих квіток, як це сталося місцями в 1972 р. з аличею і форзицією у Львові.

Фаза розвитку пагонів. Закінчення росту вегетативних пагонів збігається з формуванням квіткових бруньок. У цей період вегетативні пагони ростуть звичайно значно довше. Наприклад, у глоду п'ятиматочкового генеративні пагони закінчують ріст близько половини травня, тоді як вегета-

тивні ростуть до кінця літа. На закінчення росту пагонів багатьох видів впливають зовнішні умови, життєвість рослин, їх вік і т.п.

У більшості листяних дерев і чагарників закінчення росту пагонів можна встановити достатньо швидко. У деяких видів воно неодноразове, в основному у рослин, які утворюють порослеві бруньки в різні пори року. Наприклад, у дуба звичайного закінчення росту весняних пагонів припадає на другу половину травня, тоді як порослеві виростають на початку червня, а закінчення росту настає у середині липня.

Нерівномірний розвиток пагонів спостерігається в екземплярів з порушеною ритмікою розвитку, зумовленою несприятливими міськими умовами (гіркокаштан, деякі види клена і липи).

В дуже поганих умовах міського середовища (IV ЕФП) прирости можуть бути мінімальними і майже непомітними.

Фаза розвитку плодів. Звичайне щорічне плодоношення спостерігаємо у берези, глоду, тополі, верби. Водночас нерегулярне плодоношення спостерігається у багатьох видів таких родів: клен, бук, дуб і липа.

В міських умовах плодоношення часто слабке або не спричиняє зав'язування плодів. У окремих видів плоди або насіння опадають невдовзі після дозрівання (каштан, дуб звичайний), в інших залишаються довго на дереві і опадають тільки взимку або в наступному вегетаційному періоді (ясен, бархат амурський, біла акація, липа дрібнолиста).

Пізнє опадання плодів у деяких видів не позбавляє їх декоративності і у безлистяний період (каштан, глід, платан, оцтове дерево, горобина). У деяких видів нерідко важко встановити фази природного опадання плодів, оскільки вони масово поїдаються птахами (шовковиця, слива магалєбська, горобина).

Характерною особливістю рослин, які зростають в III і IV ЕФП, є їх більш рідке плодоношення. Хвойні, які зрідка зростають у IV ЕФП, практично не плодоносять.

10.4. ЕКОЛОГІЧНЕ ЗОНУВАННЯ МІСТА І ФЕНОТИПИ

Стан деревних рослин у різних еколого-фітоценотичних поясах залежить від їх біологічних властивостей. Беручи до уваги тривалість вегетаційного періоду і відсутність або відхилення фаз розвитку, можна виділити три основні групи рослин (рис. 10.1).

Перша група — це види найбільш стійкі, які успішно зростають у всіх еколого-фітоценотичних поясах. Стосується це одночасно початку веге-

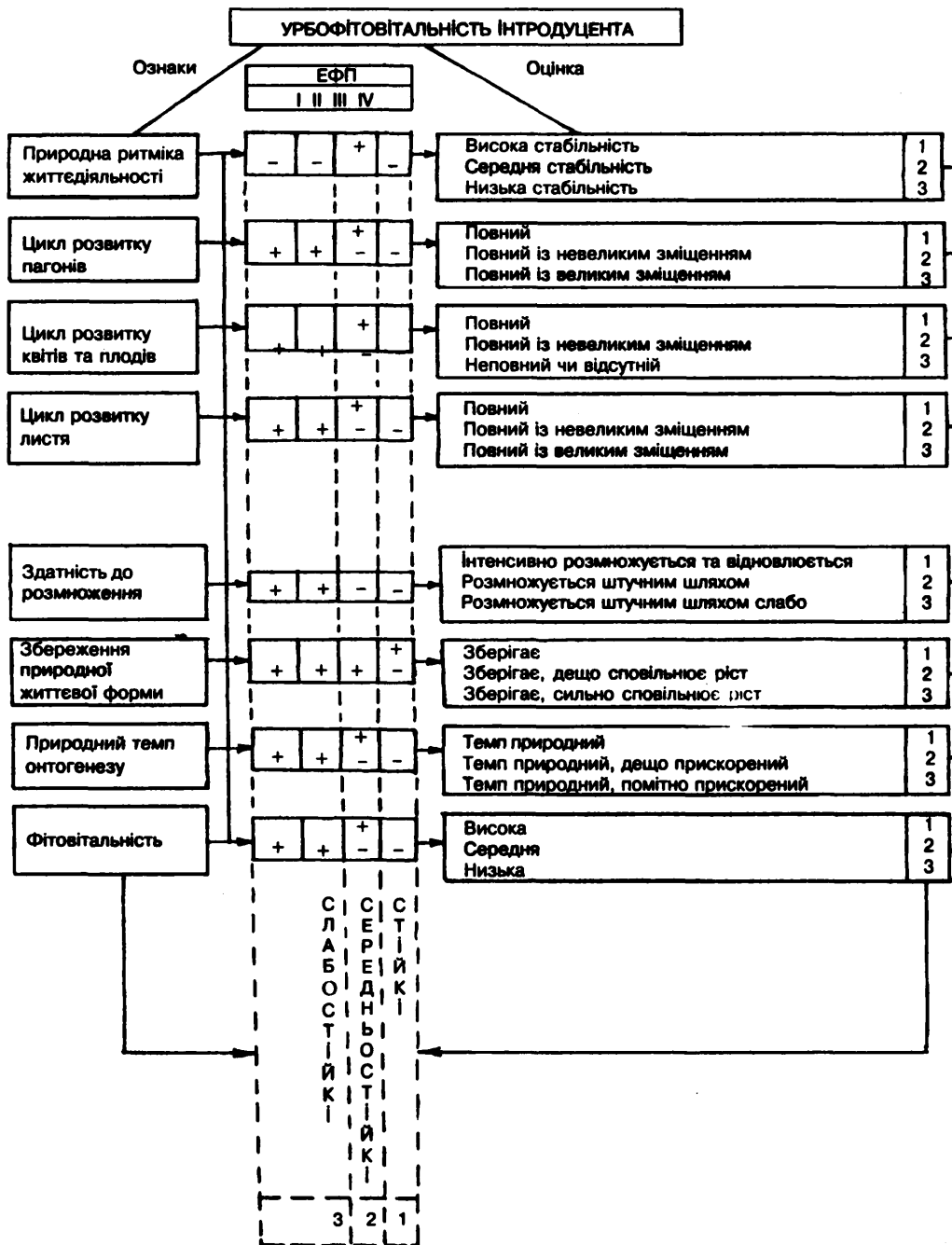


Рис. 10.1. Ознаки і оцінка урбофітовітальності деревних рослин, що зростають в різних еколого-фітоценотичних поясах (ЕФП) урбокосистеми:

I — ліс; II — парк; III — сквер; IV — вуличні посади

+ — позитивна оцінка

- — негативна оцінка



тації і перебігу звичайних фаз розвитку. Листя рослин здорове і передає, але не відмирає. Передчасне пожовтіння і опадання поодиноких листків не знижують декоративних якостей рослин. Цвітіння і плодоношення протікають також без відхилень у фазі. Очевидно, що існує деяка різниця у розвитку рослин, але вона не впливає суттєво на їх вигляд.

До цієї групи рослин належать такі дерева і чагарники: тополя бальзамічна і Болле, в'яз гладенький, ясен зелений, робінія звичайна, груша звичайна, айлант височенний, верба біла, платан східний, гледичія триколючкова, аморфа кушова, бирючина звичайна, глід, вишня магалєбська, береза звичайна, кизил білий, жимолость татарська, маслинка вузьколиста, пухироплідник калинолистий; калина суцільнолиста; роза червонолиста і зморшкувата, самшит звичайний, шовковиця біла і чорна, шипшина, карагана, скумпія, птелея трилиста, а також окремі ліани — дівочий виноград п'ятилисточковий і трилисточковий.

Зазначені види, маючи широку екологічну амплітуду зростання, задовільно переносять умови ксерофілізації IV еколого-фітоценотичного поясу. Водночас необхідно відзначити, що навіть найбільш стійкі види мають свої межі стійкості, за якими припиняється розвиток і настає смерть рослини. Необхідно підкреслити, що до цієї групи рослин не належить жодний вид хвойних.

Друга група — включає види середньої стійкості, які повний розвиток отримують в I, II і III еколого-фітоценотичних поясах, а в найбільш несприятливих умовах IV поясу виявляють помітні зміни в розвитку. Ці умови впливають на величину органів і зменшують життєздатність рослин. У найбільш несприятливих умовах часто вже в липні спостерігаємо некроз країв листків, які нерівномірно відмирають і опадають протягом літа і ранньої осені. Це пов'язано зі скороченням вегетаційного періоду (близько місяця для листяних дерев та чагарників). Скорочення вегетації веде до зниження біологічних і естетичних функцій рослин. Не спостерігаємо, однак, крім окремих випадків, повторної генерації листків і квіток. Такі види не підходять для вирощування у несприятливих умовах міського середовища (IV пояс). Водночас їх можна використовувати біля вулиць, у скверах, на ділянках з натуральною плодючістю і забезпеченою вологою землею (периферійні посадки парків, палісадники, привуличні зелені смуги), тобто у III ЕФП.

До них належать дерева та чагарники: біота, ялина колюча, псевдотсуґа тисолиста, модрина — європейська і японська, ялівці — віргінський, козацький, звичайний і сибірський, сосна чорна, кримська і гірська, тис ягідний і шпильастий, туї — західна і гігантська, всі види барбарису, бере-



за повисла, бузина чорна і червона, вейгела, виноград, вишня звичайна, вістарія, дейція, дуб звичайний, ірга круглолиста, калина звичайна, кизил, кизильники, клени — гостролистий, цукровий, сріблястий і ясенелистий, жостір проносний; липи — повстяна, широколиста, кримська і дрібнолиста; маслинка срібляста; магнолія; всі види горіха; троянди; горобини — звичайна і круглолиста; бузок східнокарпатський, волосистий і звичайний, більшість видів спіреї, тополі — біла, запашна, китайська, лавролиста і чорна, форзиції, яблуня Недвецького і сливолиста, ясени — звичайний і пухнастий, а також ліани — вістарія рясноцвіта і китайська, дівочий виноград прикріплений, деревозгубник виткий, клематиси, плющ.

Третя група — представлена видами, найбільш уразливими до несприятливих міських умов. Нормально розвиваються вони тільки в умовах, близьких до натуральних. Лише тоді їх розвиток погоджується з ритмікою місцевого клімату, а рослини досягають нормальних розмірів і проходять цикл непорушеного генеративного розвитку. У несприятливих умовах ці рослини розвиваються слабо вже в червні, внаслідок чого їх вегетаційний період скорочується навіть на 2–3 місяці. На відміну від попередньої групи рослин тут відсутнє натуральне забарвлення листків. Відмирання листків починається з країв і поступово переходить до середини. Передчасно відмерлі листки не опадають відразу, а тривалий час залишаються на деревах. У цих рослин часто настає стримування і зміна нормальної ритміки розвитку, що виявляється в рості нового покоління листків і навіть у повторному цвітінні. Процес не охоплює всієї крони, як це буває навесні, а тому не створює декоративного ефекту.

Спостерігаємо тут ослаблення натурального розвитку всіх фаз. Затримка ритміки розвитку має помітний негативний вплив на подальший ріст і життя рослин: рослини входять з недорозвинутою фазою розвитку в зиму, що веде до пошкодження сильними морозами. Відбивається це на рослинах у наступному році, оскільки розвиток починається з ослаблених, а не з добре розвинутих влітку і восени минулорічних пагонів. Значно ослаблене цвітіння рослин. Явище це, якщо повторюється багато разів підряд, веде до сильного ослаблення рослин, поступового всихання пагонів і зниження генеративного розвитку. На кінцевому етапі свого життя рослини виробляють тільки недорозвинуті вегетативні органи. Це призводить до відмирання молодих рослин, часто до досягнення ними віку біологічної зрілості. Ці види не переносять несприятливих умов III і, особливо, IV поясів. До цих рослин належать такі дерева та чагарники: ялини — звичайна, Енгельмана, сибірська і східна; модрина сибірська; всі види ялиць; сосни — Банкса, Веймутова і звичайна; ялівець віргінсь-



кий; береза пухнаста, бук європейський; граб звичайний; дуб північний, катальпа; гіркокаштан; клен-явір; жимолость козолиста; порічка; ломисніс Жажмана. Рослини цієї групи повинні зростати лише у I чи II ЕФП.

Таким чином, можна стверджувати, що придатність різних рослин для чотирьох еколого-фітоценотичних поясів є різною, і це необхідно брати до уваги при проектуванні і практичному використанні деревних рослин, створенні необхідних умов для розвитку нових посадок і догляду за ними. Це дасть можливість рослинам краще виконувати свої екологічні та естетичні функції.

10.5. БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ У ДЕРЕВНИХ РОСЛИНАХ III і IV ЕФП

Перегрів верхніх шарів ґрунтів міських скверів і вуличних насаджень веде до зменшення їх вологості, що є причиною появи нової проблеми для міського озеленення великих і крупних міст — *посухостійкості дерев, чагарників і трав'яних рослин*. Тому виникає необхідність переосмислення робіт з водного режиму рослин, який вивчали Н.А. Максимов (1926, 1952), А.М. Алексєєв (1935, 1948), Н.А. Гусєв (1959), П.А. Генкель (1955), Т.А. Рутін (1954) та ін., та його вплив на посухостійкість сільськогосподарських культур. Це насамперед осмотичні та колоїдно-хімічні уявлення про водний режим деревних рослин.

Відомо, що соки, які надходять при мінеральному живленні, можуть перебувати в рослині у вигляді вільних іонів у адсорбованому стані і у вигляді більш складних органічних сполук, нерозчинних у воді. Поглинальна і синтетична діяльність коренів сильно залежить від температури оточуючого середовища. Є дані про фізіологічне старіння рослин, які перебувають в умовах підвищеної температури ґрунту і вміщують меншу кількість крохмалю і більше розчинних вуглеводів.

Температура ґрунту впливає на реакцію середовища. При понижених температурах ґрунту змішуються в бік підкислення, при підвищених — кислотність зменшується. Процес ксерофілізації зростає від I до IV ЕФП, тобто від лісового середовища з його від'ємним температурним градієнтом. Водночас з процесом ксерофілізації відбувається процес алкалізації. Таким чином, додатний температурний градієнт, а точніше, підігрів міських ґрунтів, взаємодіє з антропогенним їх підлужуванням, що підтверджує тенденцію остепнення зі специфічними для природно-кліматичних умов довготними і широтними змінами.

Відомо, що мобілізація поживних речовин ґрунту, які використовуву-



ються рослинами, залежить від температури ґрунту, його вологості, аерації і запасів гумусу. При температурі 10°C всі процеси в ґрунті пригнічені, в інтервалі від 10°C до 20–25°C їх інтенсивність зростає. Однак вже при температурі 25°C інтенсивність елементів мінерального живлення починає різко зменшуватись. Перегрів верхніх шарів ґрунту III і IV ЕФП не може не вплинути на гальмування або небажаний перебіг метаболічних процесів.

Питання стійкості деревних рослин до перегріву ґрунту і повітря як пошкоджуючого фактора найповніше вивчено російським фізіологом Н.А. Максимовим. На його думку, стійкість плазми до дії пошкоджуючих факторів середовища забезпечують білки та ферменти. Йому належить також теоретичне обґрунтування процесів водного обміну у рослин, які пошкоджені зовнішніми факторами.

К.Н. Серенсібаєв і Ф.А. Полімбатова (1976) називають два способи захисту рослин від пошкоджуючих факторів: *морфологічний* і *метаболічний*, які взаємозв'язані між собою. Наприклад, сповільнені або прискорені процеси розвитку морфологічних органів — листків, коренів, гілок, — які ми спостерігали, зумовлені специфічним метаболізмом рослин, що опинились у несприятливих умовах міського середовища. Автори вважають, що стійкість рослин проти стресів є засобом уникнути пошкодження і визначається метаболізмом клітин. Стійкість рослин до стресу автори визначали за водозатримною здатністю, інтенсивністю транспірації, сисною силою, пояснюючи ці процеси особливостями біохімічної реакції. Наприклад, інтенсивність транспірації пояснюється регулюючим впливом абсцизів кислоти, яка у несприятливих умовах (перегрів) виходить з хлоропластів і тим зумовлює закриття замикаючих клітин. Зниження інтенсивності фотосинтезу, яке спостерігається при ґрунтовій посуші, послаблює надходження асимілянтів у закінчення провідних шляхів, що веде до зменшення маси асимілянтів, які транспортуються.

Велику водозатримну здатність зрілих і старих клітин листків, на відміну від молодих, автори пояснюють декількома або одною великою вакуолями, які сформувались і заповнюють майже всю клітину. Вакуоль буквально заповнена осмотично активними речовинами, які беруть участь у метаболізмі. Внаслідок цього у молодих клітин репараційна здатність вища, ніж у старих і зрілих, оскільки в останніх частка цитоплазми в клітині — поле біосинтетичних процесів — мала. Автори доходять висновку, що у всіх анатомо-фізіологічних пристосуваннях первинною є біохімічна реакція, локалізована у просторі та часі. Наприклад, обмін речовин у коренях, на думку авторів, менш підвладний дії стресу, ніж у надземній частині,



оскільки коливання температури і вологості тут не такі значні. На нашу думку, наявність додатного температурного градієнта, при якому розвиваються вуличні насадження, посилює ці процеси і веде до гальмування метаболізму коренів, а це, в свою чергу, негативно впливає на загальний розвиток деревних рослин (табл. 10.1).

Таблиця 10.1

Ріст і розвиток в'яза дрібнолистоного в зеленій зоні м. Львова

Екологічні зони місцезростання	Вік, років	Середні межі коливань		Середній приріст	
		висота, м	діаметр, см	висоти, м	діаметр, см
I — лісопарк Винники	43	26,2	30,4	0,61	0,71
		23,2–28,7	20,4–40,6		
II — Шевченківський гай	37	19,3	25,0	0,52	0,68
		13,5–24,3	13,1–33,9		
III — сквер біля наукової бібліотеки для дорослих, пл. Галицька, 10	98	22,8	54,0	0,23	0,55
		13,3–27,0	41,5–62,6		
IV — алея біля магазину "Подарунки"	66	10,7	30,4	0,16	0,46
		7,5–13,5	20,4–40,6		

С.І. Радченко (1961) пов'язує підвищення температури ґрунту з порушенням вуглеводного обміну. На його думку, високі температури ґрунту є причиною домінування гідролітичної активності ферментів, що веде до різкого зменшення вмісту крохмалю, дисахаридів і відносно підвищеному відсотку глюкози. Висока температура ґрунту зумовлює підсилене утворення продуктів анаеробного аміаку. Таким чином, висока температура ґрунту змінює процес перетворення речовин у бік розпаду.

Г.П. Жеребцова (1976), яка вивчала життєздатність деревних рослин в умовах міського середовища (Москва), дійшла висновку, що екологічні умови ґрунтового і повітряного середовища зумовлюють підсилення транспіраційної активності листків дерев у 2–3 рази і зниження оводнення листків і бруньок порівняно з деревами в парку на 6–8%.

У деревних рослин спостерігається зниження вмісту вуглеводів: у липи — в листках на 47%, у бруньках — на 21% і коренях — на 35%, у клена гостролистого — відповідно на 65, 56 і 26%. Показником стійкості та ступеня життєвості деревних рослин у місті може служити коефіцієнт співвідношення крохмалю і суми розчинених цукрів, який у дерев з високою стійкістю та життєздатністю, інтенсивним ростом вегетативних органів і продуктивним обміном речовин сягає значень 7–9 і вище. Інтенсивність



Біометричні показники модельних дерев у різних еколого-фітоценогічних поясах

Порода	Вік, років	Середній діаметр				Середня висота			
		вулиці	сквери	парки	дендрарій уч. с. б.	вулиці	сквери	парки	дендрарій уч. с. б.
Гіркокаштан	30-40	24	27	26	22	13	15	14	14
Липа широколиста	30-40	21	24	21	20	12	15	15	14
Клен гостролистий	30-40	19	20	25	22	12	15	15	15
Береза повисла	30-40	22	23	24	23	16	19	19	19
Ялина колюча	25-30	12	15	12	20	9	10	9	10
Ялина звичайна	30-40	-	15	-	21	-	14	-	16
Туя західна	25-30	6	-	8	9	5	-	6	6

дихання у деревних рослин у місті знижується відповідно: у липи — на 89%, в'яза — на 71, берези — на 33 і клена — на 29%.

Температура ґрунту діє на інтенсивність фотосинтезу побічно — через регулювання стоку з листків продуктів асиміляції. Деревні рослини, які зростають в умовах міських вулиць і бульварів, відрізняються зниженою інтенсивністю фотосинтезу: у в'яза — на 8–10%, берези — до 15%, липи — на 13% і у клена — на 63% порівняно з деревами в парку. Найвища фотосинтетична активність й інтенсивність біосинтезу хлорофілу спостерігаються у дерев в умовах міста в період активного росту пагонів, цвітіння і досягання плодів.

10.6. МЕТОДИКИ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фенологічні спостереження й оцінка життєвості рослин є лише частиною екологічного моніторингу стану деревних рослин великого міста. Поглиблений екомоніторинг включає фізіолого-біохімічні дослідження, які передбачають вивчення: водного режиму дерев (оводненості та сисної сили листків, водозатримної здатності клітин, інтенсивності транспірації); електрофізіологічних характеристик тканин (біоелектричних потенціалів (БЕП), біоелектричної реакції на вплив атмосферної посухи, імпедансу, поляризаційної ємності); вмісту і спектральних властивостей зелених і жовтих пігментів пластида.

З метою більш глибокого аналізу отриманих результатів паралельно з дослідженням фізіологічних процесів вивчають вологість ґрунту, температуру і вологість повітря, освітленість. Так, для порівняння дослідження



Біометричні показники сіянців, взятих для вирощування у вегетаційних посудинах

ПОРОДА	Діаметр кореневої шийки, мм		Висота, см	
	Страч	Львів	Страч	Львів
Гірकोкаштан	9,1	9,1	16,2	16,8
Липа широколиста	6,5	6,4	20,9	21,0
Бук лісовий	4,5	4,4	22,4	22,8
Клен гостролистий	5,3	5,3	14,0	14,0
Дуб звичайний	5,1	5,3	18,7	19,0
Сосна звичайна	2,2	2,2	17,6	17,4
Модрина європейська	4,0	3,9	23,5	24,1

проводили (Кучерявий, 1983; Кучерявий, Крамарець, Сірооченко, 1986) на вулицях, у скверах і парках м. Львова та в замиському дендрарії учліскокомбінату УкрДЛТУ (Страч). Було підбрано 12–17 модельних дерев гіркогокаштана, липи широколистої, клена гостролистого, берези повислої, ялини колючої, туї західної (модельні дерева у Львові були підбрані на вулицях Тургенева і Генерала Чупринки, у сквері на вул. Тургенева та “Геологів” (кінець вул. Коновальця), в парку “Алтайські озера” і замиському дендрарії УкрДЛТУ (табл. 10.2).

Основними критеріями відбору були вік, стан за фенотипом, відсутність видимих захворювань і пошкоджень. Модельні дерева в учліскокомбінаті мали вік 30 років, на вулицях, в скверах і парках — до 30, оскільки підібрати в умовах міста одновікові моделі у всіх еколого-фітоценотичних поясах виявилось практично неможливим. Це певною мірою вплинуло на біометричні показники модельних дерев — немає чітко вираженої залежності розмірів моделей від умов їх зростання. Проте для розв’язання поставленого завдання — виявлення змін у проходженні фізіолого-біохімічних процесів у деревних рослин під впливом урбанізації середовища, що поступово підсилюється, — такі моделі цілком придатні, оскільки знаходяться на одній і тій самій стадії розвитку (стадії поступового змушнення).

Ювенільні рослини, які використовували для фізіолого-біохімічних досліджень, мали вік 2 роки, і вирощували їх у вегетаційних посудинах із однорічних сіянців. Останні при посадці підбирали таким чином, щоб висота і діаметр біля їх кореневої шийки були практично однаковими (табл. 10.3).

Для проведення досліджень одну частину ювенільних рослин (контроль) вирощували в умовах учліскокомбінату УкрДЛТУ (пояс незначного впливу урбанізації), іншу (дослід) — в умовах м. Львова з диференціацією

мікрокліматичних умов протягом кожного тижня у співвідношенні: 4 дні — умови скверу, 2 дні — умови вулиці і 1 день — сухі, спекотливі умови (температура повітря 27–30°C і вологість 40–50%), які створювались у кліматокамері КТІК-1250. Видовий склад рослин у вегетаційних посудинах був представлений різними за стійкістю до несприятливих впливів породами: гіркокаштаном, липою широколистою, буком лісовим, кленом гостролистим, дубом звичайним, сосною звичайною і модриною європейською. На кожну породу як у контролі, так і в досліді брали по сім рослин.

На дорослих модельних деревах вивчали показники водного режиму (в серпні-вересні), вміст пігментів пластид, імпеданс і поляризаційну ємність тканин лубу (весь період вегетації), на ювенільних рослинах у вегетаційних посудинах — біоелектричні потенціали, вміст і спектральні властивості пігментів, а також водозатримну здатність листків (у другій половині вегетаційного періоду). При цьому на дорослих деревах показники водного режиму і вміст пігментів вивчали тільки в контрольних умовах і в умовах вулиць (І і IV еколого-фітоценотичні пояси), а імпеданс і поляризаційну ємність — у всіх чотирьох поясах.

Сисну силу і водозатримну здатність листків визначали рефрактометричним методом, використовуючи рефрактометр ІРФ-454. Водозабераючим агентом слугував розчин сахарози в концентрації, яка відповідала осмотичному тиску 34 атм.

Визначення оводнення листків здійснювали термоваговим методом. Інтенсивність транспірації вимірювали методом швидкого зважування зрізаних пагонів, за Івановим Л.А. (1952). Повторюваність досліджень усіх показників водного режиму 3–5-кратна.

Для визначення вмісту і спектральних властивостей пігментів пластид зразки листків (хвої) брали зі середньої частини крони з її південного боку. Аналізи проводили на спектрофотометрах за методикою Х.Н. Починка (1976).

Імпеданс і поляризаційну ємність тканини лубу визначали на частоті 1000 Гц за допомогою приладу Ф-4320. У якості електродів використовували сталльні голки, які на висоті грудей вводили в луб дерева на відстані 2 см одна від одної.

Біоелектричні потенціали вивчали в кліматокамері КТІК-1250 за методикою, розробленою в Українському державному лісотехнічному університеті (Горшенін, Криницький, 1979; Криницький, 1984). При цьому вимірювальні хлоросрібні електрони приєднували до вершин рослин ("В") і до корневих шийок ("КШ"), а індиферентний електрод заземляли. У

кліматокамері в період запису БЕП підтримувались постійна освітленість (30 тис. лк), а температура повітря поступово протягом тривалого часу змінювалась з 7–8°C до 58–63°C. Вологість повітря до 30–35°C, до рівнювала 60–70%, пізніше зменшувалась до 25–30%, тобто створювався режим атмосферної посухи.

Вологість ґрунту визначали термоваговим методом на глибинах 100, 25, 50 і 75 см. Зразки брали в п'ятикратній повторюваності. Температуру і вологість повітря визначали психрометрами МВ-4М, термографами і гігрографами М-32 Ас, освітленість — люксметром Ю-116.

Оптимальні польові матеріали обробляли методами варіаційної статистики і встановлювали їх достовірність (Доспехов, 1985).

10.7. ОСОБЛИВОСТІ ВОДНОГО РЕЖИМУ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

Ксерофілізація середовища і рослин є однією з головних причин передчасного опадання листя і припинення вегетації. Найбільш об'єктивним фізіологічним показником вологозабезпеченості рослин є сисна сила клітин листків. Багато дослідників сисну силу називають мірилом активності води в клітинах. Чим вища сисна сила в тканинах листків, тим вода міцніше утримується колоїдами протоплазми і менш активна у фізіологічному відношенні.

До важливих параметрів водообміну рослин належить і водозатримна здатність. Особливе значення цей показник набуває в умовах посухи та підвищеної температури, оскільки визначає здатність клітин рослин протистояти обезводнюванню.

Оводненість листків й інтенсивність транспірації в наших дослідках використовували як допоміжні показники.

Результати досліджень водного режиму деревних рослин м. Львова і приміського учлісокомбінату УкрДЛТУ (с. Страдч) наведено в табл. 10.4.

Як бачимо з табл. 10.4, на початку серпня сисна сила листя у гірकोкаштана, липи широколистої і ялини колючої в умовах міста була значно (на 7–8 атм) вищою, ніж у замиській зоні, що свідчить про більшу напруженість водного режиму цих порід в умовах міста. В кінці вегетаційного періоду сисна сила листя у всіх досліджуваних порід в умовах м. Львова різко зменшилась. У замиській зоні аналогічна картина спостерігалась тільки у гіркокаштана. Внаслідок цього в кінці вегетації сисна сила у всіх порід як в умовах Львова, так і с. Страдч значно вирівнялась і коливалась у межах 10–14 атм. Характерно, що у липи широколистої, ялини колючої і туї західної вона в цей період у міській зоні виявилась нижчою, ніж у

замиській. Така тенденція, виходячи з темпів спаду сисної сили, спостерігається і у гірकोкаштана. Необхідно також відзначити слабку мінливість сисної сили клітин у туї західної при погіршенні умов зростання і різкі її перепади у гірकोкаштана.

Т а б л и ц я 10.4

Сисна сила листя дорослих деревних рослин

ПОРОДА	Сисна сила, атм			
	2-4.08.1988 р.		7-10.09.1988 р.	
	Страдч	Львів	Страдч	Львів
Гірकोкаштан	18,38	26,44	11,13	13,40
Липа широколиста	13,40	20,80	14,00	12,56
Ялина колюча	14,74	21,52	13,67	10,37
Туя західна	14,40	13,36	11,99	10,67

На початку серпня водозатримна здатність листя у всіх порід, за винятком ялини, в умовах м. Львова була практично такою ж, як і в замиській зоні (с. Страдч) (табл. 10.5).

Т а б л и ц я 10.5

Водозатримна здатність листя дорослих деревних рослин

ПОРОДА	Водозатримна здатність, %			
	2-4.08.1988 р.		7-10.09.1988 р.	
	Страдч	Львів	Страдч	Львів
Гірकोкаштан	48,8	47,1	31,2	42,5
Липа широколиста	43,4	44,5	36,8	42,6
Ялина колюча	54,0	49,5	44,5	48,9
Туя західна	43,9	43,0	37,3	37,7

До кінця вегетаційного періоду спостерігається зменшення водозатримної здатності листя. Проте більш інтенсивно вона відбувається в с. Страдч, в зв'язку з чим водозатримна здатність листя в умовах Львова в кінці вегетації у клена, липи і ялини виявилась суттєво більшою. Це свідчить про високу фізіолого-біохімічну здатність даних порід адаптуватися до умов водного живлення, які змінюються. Характерно, що за водозатримною здатністю, як і за величиною сисної сили, найбільш індиферентною породою також виявилась туя західна, найбільш реактивною — гірकोкаштан.

Дослідження водозатримної здатності листя на саджанцях у вегетаційних посудинах у цілому підтверджують дані, отримані на дорослих модельних деревах (табл. 10.6).

У дослідних саджанцях порівняно з контрольними в кінці вегетації спостерігається тенденція до більш високих значень водозатримної здатності листя. Причому, для гірकोкаштана, сосни звичайної і модрина європейської ці відмінності виявились достовірними.



Водозатримна здатність листя дворічних саджанців деревних рослин у вегетаційних посудинах (12–14.09.1988 р.)

ПОРОДА	Водозатримна здатність	
	Стражч	Львів
Гірकोкаштан	38,4	43,2
Липа широколиста	36,7	39,4
Бук лісовий	34,1	33,3
Клен гостролистий	39,9	41,0
Дуб звичайний	41,7	41,9
Сосна звичайна	39,6	49,3
Модрина європейська	48,3	51,7

Певні відмінності спостерігаються і в інтенсивності транспірації дерев, які зростають в умовах міста і замиської зони. Ці відмінності виявляються, насамперед, у відсутності синхронності в динаміці транспірації і у величинах транспіраційного розходу вологи. Наприклад, сумарна за день транспірація в умовах міста виявилась у гірकोкаштана на 29,6% вища, ніж у замиській зоні, у ялини колючої — на 16,6%, у туї західної — на 18,2%.

Під впливом міських умов значні зміни відбуваються також в оводненні листя. У гірकोкаштана, липи широколистої і ялини колючої цей показник упродовж дня у міській зоні був на 3–7% нижчим, ніж у замиській. Тільки у туї західної оводненість хвої у різних умовах зростання виявилась практично однаковою. Крім того, у всіх досліджуваних порід (в тому числі й у туї) денна динаміка оводненості листя в умовах міста характеризувалась значно більшою нестабільністю і перепадами, ніж у замиській зоні (табл. 10.7).

Таблиця 10.7

Оводненість листя дорослих деревних рослин (8.08.1988 р.)

ПОРОДА	Оводненість листя (мінімум-максимум), %		Різниця між макс. і мін. оводненістю листя упродовж дня, %	
	Стражч	Львів	Стражч	Львів
Гірकोкаштан	64,3-67,7	57,7-62,2	3,4	4,5
Липа колюча	60,3-66,2	54,8-62,3	5,9	7,5
Ялина колюча	59,6-61,8	55,4-58,4	2,2	3,3
Туя західна	58,1-61,3	55,2-61,6	3,2	6,4

Основними причинами певної напруженості водного режиму деревних рослин в умовах міста є підвищені температури повітря і понижені вологості повітря та ґрунту. Навіть у напівпхмурі дні, яким був один з днів спостереження за транспірацією і оводненістю листя, температура



повітря у Львові була на 1–2°C вищою, а вологість повітря на 4–5% нижчою, ніж у замиській зоні. Ще більш значні ці відмінності в сухі, сонячні дні.

Вивчення динаміки вологості ґрунту свідчить, що вже в середині вегетаційного періоду вміст вологи в 0,5-метровій верхній товщі ґрунту в міській зоні відрізняється (табл. 10.8).

Таблиця 10.8

Сезонна динаміка вологості ґрунту

Глибина взяття зразка, см	Вологість ґрунту, %					
	4.07.1988 р.		27.07.1988 р.		29.09.1988 р.	
	Страч (аендарій учЛК УкрДАТУ)	Львів (вул.Куль- парківська) УкрДАТУ)	Страч (аендарій учЛК)	Львів (вул.Куль- парківська) УкрДАТУ)	Страч (аендарій учЛК)	Львів (вул.Куль- парківська)
10	16,4	11,3	12,9	8,3	15,1	11,5
25	16,4	10,5	13,6	8,9	15,0	11,6
50	17,0	11,6	14,9	9,9	16,7	11,6
75	14,4	12,9	14,8	11,1	15,6	11,1

У другій половині вегетаційного періоду ці відмінності розповсюдились на глибину не менше 75 см. У цілому вміст вологи у верхніх горизонтах ґрунтового профілю на міській вулиці порівняно зі замиською зоною в середині і в другій половині вегетації був у 1,4-1,5 раза меншим. Необхідно зауважити, що в західній частині України волога не є лімітуючим фактором росту і розвитку рослин (табл. 10.9).

Таблиця 10.9

Середньомісячні та річні показники клімату за багаторічними даними (Яворівська метеостанція під Львовом)

Місяці	Показники клімату		
	температура повітря, °С	вологість повітря, %	опад., мм
I	-4,0	82	48
II	-3,0	83	55
III	1,6	78	45
IV	7,6	74	56
V	13,5	73	68
VI	16,7	74	88
VII	18,1	76	110
VIII	17,2	78	87
IX	13,1	80	66
X	7,9	82	50
XI	2,6	86	59
XII	-1,7	86	55
За рік	7,5	79	787

Проте в умовах великих міст у деревних рослин спостерігається напруженість водного режиму, яка у більш сухі, спекотні вегетаційні періоди призводить до передчасного пожовтіння листя, зменшення приросту, погіршення життєвості рослин.

Для деревних рослин, які зростають у міських умовах, характерні більш різкі перепади водного режиму, ніж у рослин замиської зони. Це явище спостерігається як в сезонній, так і добовій динаміці оводненості листя, інтенсивності транспірації, сисній силі клітин.

Різні породи по-різному реагують на зміни мікрокліматичних умов і вологості ґрунту в міській зоні. Із досліджуваних порід найбільшою стабільністю водного режиму в міських умовах відрізняється туя західна, найменшою — гіркокаштан.

10.8. ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ РОСЛИН

Останнім часом для розв'язання різних завдань лісівництва й озеленення все ширше використовуються електрофізіологічні методи дослідження. Вони приваблюють дослідників насамперед високою інформативністю, універсальністю, значною точністю. Крім того, електрофізіологічні методи не порушують структуру рослинних тканин, дають змогу багаторазово здійснювати дослідження на одних і тих самих об'єктах, допускають математико-статистичний аналіз даних.

Електрофізіологічні дослідження включають, з одного боку, вивчення реакції клітин і тканин на вплив електричного струму, з іншого — біоелектричних потенціалів, тобто електричних струмів, які генеруються самими живими організмами. У першому випадку дослідники реєструють такі показники, як імпеданс, поляризаційна ємність, коефіцієнт поляризації, у другому — різні типи біопотенціалів: метаболічні, демаркаційні, градуальні потенціали дії.

Досліджувані електрофізіологічні характеристики використовують з різною метою: для визначення стійкості дерев до хвороб і ентомошкідників, оцінки стійкості до несприятливих впливів кліматичних і едафічних факторів, вивчення взаємовпливів між деревними рослинами, селекційного відбору дерев на продуктивність. Проте найбільша кількість робіт присвячена використанню електрофізіологічних характеристик для оцінки життєвості деревних рослин при ураженні фітохворобами й ентомошкідниками та іншими біотичними й абіотичними факторами, прове-



дення лісогосподарських заходів, забруднення середовища промисловими викидами і зростання рекреаційного навантаження.

Носіями інформації про зниження життєвості деревних рослин є зміни амплітуди коливань електропараметрів і порушення їх добової та сезонної динаміки. Добре розвинуті життєздатні дерева характеризуються високими значеннями поляризаційної ємності та біоелектричних потенціалів з низьким імпедансом. У добовій ритміці біопотенціалів у них спостерігається добре виражене денне плато і фази підйому та спаду БЕП. Ослаблені рослини, навпаки, характеризуються високим імпедансом і низькими значеннями поляризаційної ємності та біоелектричних потенціалів. Денне плато БЕП у них відсутнє. Максимум потенціалів зсунутий на першу половину дня або вечірні години.

Теоретичною основою використання електрофізичних характеристик з практичною метою є їх тісний зв'язок з процесами обміну речовин. Кореляційна залежність цього зв'язку, виражена через залежність між БЕП і біометричними параметрами дерева, коливається в межах 0,75–0,95 і вище (Криницький, 1976). Електропараметри клітин і тканин інтегрально відбивають весь комплекс процесів, які відбуваються в дереві, і можуть швидко і досить точно визначати рівень метаболізму.

10.9. ІМПЕДАНС І ПОЛЯРИЗАЦІЙНА ЄМНІСТЬ

Результати досліджень імпедансу і поляризаційної ємності тканин лубу деревних рослин, які зростають у різних еколого-фітоценотичних поясах, наведені в табл. 10.10. Теоретичне значення критерію істотності (05) на 95%-му рівні ймовірності досліджень дорівнює 2,09–2,45.

Аналіз середньої динаміки електропараметрів, які вивчалися, свідчить, що у листяних порід (клен гостролистий, гіркокаштан, липа широколиста, береза повисла) значні величини імпедансу фіксуються на початку вегетаційного періоду. До середини сезону він різко зменшується і знову зростає до кінця вегетації. Така закономірність сезонної зміни імпедансу у листяних порід характерна для всіх ЕФП. Відмінності полягають тільки в тому, що з погіршенням умов зростання (III і IV ЕФП) мінімум значень імпедансу зсувається, як правило, до першої половини вегетації (кінець червня—початок липня). У більш сприятливих умовах росту дерев (I і II ЕФП) він припадає на середину—кінець липня або початок серпня. Причому низькі значення імпедансу в цих поясах фіксуються досить тривалий час. Крім того, у сприятливих умовах зростання імпедансу лубу дерев на початку і в кінці вегетації було приблизно однаковим, у гірших — він



в кінці сезону порівняно з початком зріс в 1,1–1,2 рази. В IV еколого-фітоценотичному поясі це виявляється у всіх листяних порід, що вивчаються, а в липи і берези така тенденція починає виявлятися вже в II і III поясах.

Таблиця 10.10

Різниця середніх значень імпедансу дерев різних еколого-фітоценотичних поясів за критерієм Ст'юдента

Пояси	Клен	Каштан	Липа	Береза	Ялина колюча	Ялина звич.	Туя
Початок вегетаційного періоду							
I-II	0,99	0,04	1,21	0,18	0,96	-	3,53
I-III	0,44	0,30	0,74	0,44	-	7,28	-
I-IV	0,84	0,89	0,28	0,43	2,38	-	4,54
II-III	0,82	0,35	0,80	0,32	-	-	-
II-IV	0,32	1,10	1,50	0,59	1,81	-	1,60
III-IV	0,61	1,37	0,82	0,66	-	-	-
Середина вегетаційного періоду							
I-II	2,43	1,52	1,84	0,54	0,97	-	1,01
I-III	1,35	2,63	0,28	5,69	-	1,49	-
I-IV	0,57	0,21	1,04	2,78	0,27	-	0,88
II-III	1,86	1,17	3,07	6,28	-	-	-
II-IV	2,87	1,34	4,63	3,20	0,94	-	0,23
III-IV	1,19	2,48	1,06	1,39	-	-	-
Кінець вегетаційного періоду							
I-II	0,33	1,40	0,07	3,08	1,93	-	0,14
I-III	0,11	1,87	0,37	5,81	-	2,18	-
I-IV	1,48	0,48	0,63	0,48	0,87	-	0,14
II-III	0,66	0,82	0,67	1,84	-	-	-
II-IV	2,95	2,41	0,93	2,78	0,28	-	0,22
III-IV	2,00	2,80	1,57	6,42	-	-	-
В середньому за вегетаційний період							
I-II	2,02	1,83	1,78	1,43	1,06	-	3,49
I-III	0,98	2,96	0,49	6,08	-	3,45	-
I-IV	0,16	0,64	0,77	2,6	1,76	-	3,62
II-III	2,07	1,44	1,95	4,67	-	-	-
II-IV	3,32	2,75	4,15	0,98	1,13	-	0,87
III-IV	2,15	3,88	1,99	4,14	-	-	-

У хвойних порід (ялина колюча, ялина звичайна, туя західна) сезонні зміни імпедансу мають трохи інший характер. В умовах контролю (I ЕФП) найменші величини імпедансу лубу дерев хвойних спостерігаються на початку вегетаційного періоду (кінець травня-червень). Надалі імпеданс у них поступово зростає і найбільших величин досягає до кінця вегетації. У несприятливих умовах зростання дерев хвойних порід мінімальні значення імпедансу фіксуються в середині вегетаційного періоду і характер його



сезонних змін подібний до планового у листяних порід. Особливо чітко це явище виявляється в III і IV еколого-фітоценотичних поясах.

Сезонна динаміка поляризаційної ємності тканин лубу деревних рослин і особливості її вияву в окремі періоди і в рівних еколого-фітоценотичних поясах є дзеркальним відбиттям характеру змін імпедансу (табл. 10.11). У листяних порід у всіх ЕФП і у хвойних дерев в III і IV поясах найбільші значення поляризаційної ємності фіксуються в середині вегетаційного періоду, більш низькі — на початку і в кінці вегетації. У хвойних дерев, які зростають у більш сприятливих умовах (I і II ЕФП), максимальні значення поляризаційної ємності спостерігаються на початку вегетаційного періоду, мінімальні — в кінці.

Таблиця 10.11

Різниця середніх значень поляризаційної ємності дерев різних еколого-фітоценотичних поясів за критерієм Стьюдента

Пояси	Клен	Каштан	Липа	Береза	Ялина колюча	Ялина звич.	Туя
Початок вегетаційного періоду							
I-II	1,26	0,53	1,57	2,65	0,55	-	2,56
I-III	1,31	0,47	1,22	2,34	-	11,31	-
I-IV	1,92	1,66	1,01	3,43	2,13	-	2,83
II-III	3,52	1,31	2,91	0,00	-	-	-
II-IV	4,89	4,00	0,49	0,00	1,94	-	0,61
III-IV	0,80	1,40	2,22	0,00	-	-	-
Середина вегетаційного періоду							
I-II	1,00	0,23	1,11	1,43	0,00	-	0,54
I-III	2,36	0,73	5,84	6,90	-	5,19	-
I-IV	7,36	4,07	7,06	3,07	0,66	-	2,71
II-III	1,00	0,44	6,06	4,47	-	-	-
II-IV	5,03	3,30	8,03	2,05	0,66	-	3,03
III-IV	4,80	3,05	1,92	0,94	-	-	-
Кінець вегетаційного періоду							
I-II	1,08	2,24	4,02	7,40	2,21	-	3,12
I-III	1,83	1,28	3,74	10,15	-	6,74	-
I-IV	2,33	1,80	3,53	2,77	0,59	-	1,66
II-IV	2,24	0,54	1,47	5,89	1,31	-	3,42
II-III	1,23	0,86	0,64	2,77	-	-	-
III-IV	0,80	0,41	0,74	9,71	-	-	-
В середньому за вегетаційний період							
I-II	0,74	1,17	2,32	4,55	1,28	-	2,65
I-III	3,28	1,41	6,97	10,54	-	11,55	-
I-IV	3,43	4,29	8,07	6,51	1,85	-	0,62
II-III	2,63	0,39	5,66	4,96	-	-	-
II-IV	2,77	3,50	7,16	1,63	0,97	-	2,48
III-IV	0,00	2,57	0,00	3,47	-	-	-



Аналіз даних, які наведено в табл. 10.10 і 10.11, в цілому свідчить про підвищення імпедансу і зниження поляризаційної ємності лубу при погіршенні умов зростання дерев (III–IV пояси).

У хвойних порід це особливо виражено на початку вегетаційного періоду, у листяних — в середині та другій половині вегетації. Досить суттєві коливання імпедансу і поляризаційної ємності спостерігаються у дерев берези повислої і ялини звичайної, які зростають у різних еколого-фітоценотичних поясах. Це свідчить про їх високу чутливість до урбогенних впливів. Водночас у ялини колючої зміни електрофізіологічних показників лубу внаслідок умов ЕФП виявились невірогідними. Необхідно також відзначити, що імпеданс є більш інертним показником стану тканин і меншою мірою, ніж поляризаційна ємність, корелює з умовами зростання дерев.

Таким чином, характер сезонних змін імпедансу і поляризаційної ємності лубу та їх абсолютні величини свідчать про різну життєвість дерев, які зростають у різних еколого-фітоценотичних поясах. При цьому реакція досліджуваних видів деревних рослин на урбогенні впливи також однакова. Найбільшою мірою реагують на погіршення умов зростання береза повисла і ялина звичайна. Вже в II ЕФП їх життєздатність починає зменшуватись, особливо значно в III і IV поясах. З погіршенням умов зростання суттєво знижується життєздатність також у клена гостролистого, гіркогокаштана, липи широколистої і туї західної. Найбільш стійкою до урбогенних впливів виявилась ялина колюча. Її життєвість з погіршенням умов зростання (I–IV ЕФП) практично не змінюється, хоча й спостерігаються певні тенденції до зміни сезонної динаміки й величини імпедансу та поляризаційної ємності лубу.

В цілому досліджувані породи в порядку зростання стійкості до урбогенних впливів можна розмістити в такій послідовності: ялина звичайна — береза повисла — липа широколиста — клен гостролистий — гіркогокаштан — туя західна — ялина колюча.

Характер сезонної динаміки імпедансу і поляризаційної ємності свідчить також про більш тривалу активну життєдіяльність рослин у сприятливих умовах зростання.

Найбільш активною життєдіяльністю листяні породи відрізняються в середині вегетації. У хвойних порід цей період у кращих умовах зсунутий на першу половину сезону, в гірших — до середини вегетації. Більш надійним, вірогідним показником реакції дерев на урбогенні впливи, ніж імпеданс лубу, є поляризаційна ємність.



10.10. БІОЕЛЕКТРИЧНІ ПОТЕНЦІАЛИ

Результати вивчення біоелектричної активності дворічних саджанців дуба звичайного, бука лісового, клена гостролистого, липи широколистої, гіркокаштана, сосни звичайної і модрина європейської в умовах клімато-камери КТЛК-1250 наведено в табл. 10.12.

Отримані дані свідчать про значну подібність біопотенціалограм контрольних (умови заміської зони) і дослідних (умови міста) рослин. Мабуть, це пов'язано з невеликою тривалістю дослідів (один вегетаційний період) і вирощуванням дослідних рослин у порівняно нежорстких (не-екстремальних) міських умовах. Водночас біоелектрична активність дослідних саджанців відзначається певними особливостями.

При постійних температурі і вологості повітря й освітлюваності біопотенціалограми дослідних рослин відрізняються більшою стабільністю і плавністю змін, меншою варіабельністю.

У біоелектричній реакції на вплив температури у дослідних саджанців порівняно з контрольними плато БЕП або відсутнє (дуб), або слабо виражене (клен, липа, бук, сосна, модрина). У саджанців листяних порід (дуб, клен, липа, бук, каштан), виявлених у місті, біоелектрична реакція на вплив посухи виявляється більш значною і стрибкоподібною, у саджанців хвойних (сосни, модрина), навпаки, — вона виражена слабше, ніж у контролі. Необхідно також відзначити, що із досліджуваних порід найбільшою ідентичністю у контролі та досліді характеризуються потенціалограми саджанців каштана — породи високостійкої до впливу несприятливих міських умов.

Встановлено, що для добре розвинених життєздатних рослин зв'язок біоелектричних потенціалів з температурою повітря є сильним, а для ослаблених — слабким (Криницький, 1976). Як бачимо із даних табл. 10.12, БЕП як контрольних, так і дослідних саджанців досить тісно корелює з температурою повітря ($r=0,725+0,934$). Це свідчить про високу життєвість усіх досліджуваних саджанців незалежно від умов їх зростання.

Таким чином, деревні рослини у ювенільній стадії під впливом міських умов формують дещо інший, ніж у заміській зоні, характер метаболізму, який дає змогу повніше адаптуватись до антропогенних навантажень.

Внаслідок цього вирощування посадкового матеріалу для озеленення великих населених пунктів необхідно здійснювати в умовах, близьких до міських.



Таблиця 10.12

Тіснота зв'язку між біоелектричними потенціалами дворічних саджанців і температурою повітря
в кліматокамері КТК-1250

Рослини	Порода						
	дуб	бук	клен	липа	каштан	сосна	модрина
	БЕП вершини рослини						
Контрольні	0,870+0,048	0,921+0,026	0,799+0,068	0,862+0,049	0,954+0,016	0,902+0,033	—
Дослідні	0,871+0,047	0,931+0,023	0,777+0,076	0,791+0,071	0,931+0,024	0,871+0,046	—
	БЕП кореневої шийки						
Контрольні	0,735+0,090	0,817+0,058	0,880+0,043	0,725+0,090	0,915+0,030	0,867+0,044	0,819+0,058
Дослідні	0,934+0,025	0,946+0,018	0,743+0,083	0,832+0,058	0,924+0,027	0,881+0,038	0,799+0,064



10.11. ВМІСТ І СПЕКТРАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ПІГМЕНТІВ

Відоме поліфункціональне значення зелених і жовтих пігментів пластид. Вміст пігментів впливає не тільки на інтенсивність фітосинтезу, але й на загальний рівень метаболізму, пересування асимілятів до споживаючих органів, синтез ростових речовин. У добре розвинутих, життєздатних рослин біосинтез хлорофілів і каротиноїдів відбувається більш інтенсивно, ніж в ослаблених.

Внаслідок цього нагромадження пігментів пластид може повною мірою служити критерієм стану деревних рослин. Погіршення умов зростання рослин і зниження їх функціональної активності особливо гостро впливає на синтез хлорофілів і, в першу чергу, хлорофілу "а" — основного фотосенсибілізатора (табл. 10.13–10.17).

Т а б л и ц я 10.13

Вміст хлорофілу "а" і "в" та каротиноїдів (с) в листках листяних порід

Дати	Кількість пігментів, мг/г абсолюмаси					
	а	в	а+в	с	а/в	(а+в)/с
Клен гостролистий						
15.06.88	<u>5,775</u>	<u>2,245</u>	<u>8,020</u>	<u>1,764</u>	<u>2,57</u>	<u>4,55</u>
	6,055	2,304	8,359	1,902	2,63	4,39
15.08.88	<u>5,103</u>	<u>2,416</u>	<u>7,519</u>	<u>1,509</u>	<u>2,11</u>	<u>4,39</u>
	7,373	3,528	10,901	2,036	2,09	5,35
Липа широколиста						
15.06.88	<u>5,856</u>	<u>1,993</u>	<u>7,849</u>	<u>1,749</u>	<u>2,94</u>	<u>4,49</u>
	5,372	2,020	7,392	1,655	2,66	4,47
15.08.88	<u>4,944</u>	<u>2,138</u>	<u>7,082</u>	<u>1,474</u>	<u>2,31</u>	<u>4,80</u>
	5,263	2,468	7,731	1,539	2,13	5,02

Т а б л и ц я 10.14

Вміст хлорофілу "а" і "в" та каротиноїдів (с) у хвої ялини колючої

Дати	Кількість пігментів, мг/г абсолюмаси					
	а	в	а+в	с	а/в	(а+в)/с
Однорічна хвоя						
15.06.88	<u>1,984</u>	<u>0,688</u>	<u>2,672</u>	<u>0,541</u>	<u>2,88</u>	<u>4,94</u>
	2,289	0,945	3,234	0,974	2,42	5,63
15.08.88	<u>1,707</u>	<u>0,713</u>	<u>2,420</u>	<u>0,369</u>	<u>2,39</u>	<u>6,56</u>
	2,338	0,989	3,327	0,604	2,36	5,51
Дворічна хвоя						
15.06.88	<u>1,769</u>	<u>0,697</u>	<u>2,466</u>	<u>0,448</u>	<u>2,54</u>	<u>5,50</u>
	2,005	0,793	2,798	0,568	2,53	4,93
15.08.88	<u>1,794</u>	<u>0,786</u>	<u>2,580</u>	<u>0,461</u>	<u>2,28</u>	<u>5,60</u>
	2,429	1,061	3,490	0,660	2,29	5,29



Вміст хлорофілу "а" і "в" та каротиноїдів (с) у хвої туї західної

Дата	Кількість пігментів, мг/г абсолюмаксу					
	а	в	а+в	с	а/в	(а+в)/с
Однорічна хвоя						
15.06.88	<u>2,034</u>	<u>0,985</u>	<u>3,019</u>	<u>0,658</u>	2,06	4,59
	2,064	0,910	2,974	0,671	2,27	4,43
15.08.88	<u>2,096</u>	<u>0,885</u>	<u>2,981</u>	<u>0,660</u>	2,37	4,52
	2,350	0,997	3,347	0,711	2,36	4,71
Дворічна хвоя						
15.06.88	<u>2,292</u>	<u>0,875</u>	<u>3,167</u>	<u>0,677</u>	2,62	4,68
	2,421	0,987	3,408	0,334	2,45	5,38
15.08.88	<u>2,207</u>	<u>1,001</u>	<u>3,208</u>	<u>0,679</u>	2,20	4,72
	2,840	1,293	4,133	0,876	2,20	4,72

Чисельник — в умовах міста (Львів, вул.Тургенева), знаменник — в замиській зоні (дендрарій учлісокомбінату УкрДЛТУ).

Залежність вмісту пігментів у замиській зоні до вмісту пігментів у місті в листках листяних порід

Дата	Хл."а"	Хл."в"	Хл."а"+"в"	Каротиноїди
Клен гостролистий				
15.06.88	1,05	1,03	1,04	1,08
15.08.88	1,44	1,46	1,45	1,35
Липа широколиста				
15.06.88	0,92	1,01	0,94	0,95
15.08.88	1,06	1,15	1,09	1,04
Береза повисла				
15.06.88	1,16	1,02	1,12	1,04
15.08.88	2,09	1,14	1,10	1,08
Гіркокаштан				
15.06.88	1,03	1,02	1,03	1,01
15.08.88	1,30	1,27	1,29	1,18

Результати досліджень свідчать про знижене нагромадження пігментів у листовому апараті деревних рослин, які зростають в місті (табл. 10.18).

Вже в першій половині вегетаційного періоду вміст хлорофілів "а" і "в" та каротиноїдів у листках клена гостролистого, берези повислої, гіркокаштана і ялини колючої в умовах міста був у 1,01—1,37 рази нижчим, ніж у замиській зоні. Ці відмінності у нагромадженні пігментів залежно від умов зростання у клена, каштана і ялини колючої ще збільшилися до кінця вегетації. У берези повислої вони залишились приблизно на тому ж рівні.



Т а б л и ц я 10.17

**Залежність вмісту пігментів у хвої ялини колючої в замиській зоні
до вмісту пігментів у місті**

Дата	Хл."а"	Хл."в"	Хл."а"+"в"	Каротиноїди
Однорічна хвоя				
15.06.88	1,15	1,37	1,21	1,06
15.08.88	1,37	1,39	1,37	1,64
Дворічна				
15.06.88	1,13	1,14	1,13	1,27
15.08.88	1,35	1,35	1,35	1,43
Трирічна				
15.06.88	1,03	1,06	1,04	1,03
15.08.88	1,47	1,53	1,49	1,53
Чотирирічна				
15.06.88	1,07	1,88	1,01	1,07
15.08.88	1,25	1,18	1,23	1,33

Т а б л и ц я 10.18

**Залежність вмісту пігментів у хвої туї західної в замиській зоні
до вмісту пігментів у місті**

Дата	Хл."а"	Хл."в"	Хл."а"+"в"	Каротиноїди
Однорічна хвоя				
15.06.88	1,01	0,92	0,99	1,02
15.08.88	1,12	1,13	1,12	1,08
Дворічна				
15.06.88	1,06	1,13	1,08	0,94
15.08.88	1,29	1,29	1,29	1,29

У липи широколистої і туї західної вміст пігментів у червні в умовах міста порівняно зі замиською зоною дещо вищий або приблизно такий самий. Однак у другій половині вегетаційного періоду і в цих породах нагромадження хлорофілів і каротиноїдів в умовах міста виявилось в 1,04–1,29 рази нижчим, ніж у контролі.

В період активного нагромадження фітомаси (перша половина вегетації) найінтенсивніше на погіршення умов зростання реагує пігментна система листя берези повислої і одно-, дворічної хвої ялини колючої (табл. 10.16, 10.17). Липа широколиста, клен гостролистий, гіркокаштан, туя західна і три-, чотирирічна хвоя ялини колючої виявились більш стійкими.

Залежність хлорофітів від каротиноїдів характеризується досить значними величинами (3,44–6,56) і свідчить про те, що у листяних порід у міських умовах порівняно зі замиською зоною на одиницю каротиноїдів синтезується, як правило, менше хлорофілів.



Це також є показником більшої напруженості у життєдіяльності рослин, які зростають в урбогенних умовах. У хвойних порід чіткої закономірності у співвідношенні зелених і жовтих пігментів не спостерігається (табл. 10.18).

Залежність хлорофілу "а" від хлорофілу "в" у досліджуваних деревних рослин як у міських умовах, так і у заміській зонах характеризується приблизно однаковими величинами.

Аналогічні закономірності в характері нагромадження зелених і жовтих пігментів виявлені також у дворічних саджанців дуба звичайного, бука лісового, клена гостролистого, липи широколистої, гіркокаштана, сосни звичайної і модрина європейської, вирощених в умовах міста (дослід) і учлісокомбінату УкрДЛТУ (контроль) (табл. 10.19, 10.20).

Як бачимо з наведених даних, у кінці вегетаційного періоду в дослідних саджанців порівняно з контрольними вміст хлорофілів був у 1,01–1,3 рази, а каротиноїдів (за винятком саджанців каштана) в 1,03–1,31 рази меншим. Особливо різке зменшення пігментів спостерігалось у дослідних саджанців клена, липи, сосни і модрина.

Таблиця 10.19

Вміст хлорофілу "а" і "в" та каротиноїдів (с) у листяних саджанців деревних рослин, 12.09.88

Порода	Кількість пігментів, мг/г абсохмаси					
	а	в	а+в	с	а/в	(а+в)/с
Дуб звичайний	5,118	4,136	7,464	1,553	2,18	4,81
	5,460	2,061	7,521	1,671	2,65	4,50
Клен гостролистий	3,220	1,566	4,786	1,391	2,06	3,44
	3,805	1,944	5,749	1,433	1,96	4,01
Гіркокаштан	4,505	2,203	6,708	2,221	2,04	3,02
	4,821	2,235	7,056	2,126	2,16	3,32
Липа широколиста	3,672	1,804	5,476	1,359	2,04	4,03
	4,240	2,397	6,637	1,655	1,77	4,01
Бук лісовий	3,598	1,742	5,340	1,765	2,07	3,03
	3,795	1,803	5,598	1,824	2,10	3,07
Сосна звичайна	2,539	1,047	3,586	0,687	2,43	5,22
	2,902	1,296	4,198	0,864	2,24	4,86
Модрина європейська	3,121	1,366	4,487	0,895	2,28	4,56
	4,136	1,713	5,849	1,293	2,41	4,52

Чисельник — дослід (умови міста), знаменник — контроль (заміська зона).

Менше відмінності у вмісті хлорофілів і каротиноїдів виражені у дослідних і контрольних саджанців каштана, дуба і бука. Це, зокрема, свідчить про специфіку реакції різних порід на вплив міських умов. Крім того, в останні роки вже у другій половині вегетаційного періоду у каштана,



дуба і бука починають з'являтися ознаки пожовтіння листя як в умовах міста, так і в заміській зоні.

Таблиця 10.20

Залежність вмісту пігментів у саджанців деревних рослин в заміській зоні до вмісту пігментів у дослідних, 12.09.88

Порода	Хл."а"	Хл."в"	Хл."а"+"в"	Каротиноїди
Дуб звичайний	1,07	0,88	1,01	1,08
Клен гостролистий	1,18	1,24	1,20	1,03
Гірकोкаштан	1,07	1,01	1,05	0,96
Липа широколиста	1,15	1,33	1,21	1,22
Бук лісовий	1,05	1,04	1,05	1,03
Сосна звичайна	1,14	1,24	1,17	1,26
Модрина європейська	1,33	1,25	1,30	1,31

Пігменти пластид поглинають сонячне проміння вибірково. Основні максимуми поглинання розташовані у хлорофілів у червоній і синьо-фіолетовій областях спектра, у каротиноїдів — в синьо-зеленій.

Вивчаючи спектральні властивості пігментів пластид дослідних і контрольних саджанців, бачимо, що характер зміни спектрів поглинання у них багато в чому ідентичний (табл. 10.21).

Найбільш інтенсивно пігменти обох груп саджанців поглинають ультрафіолетові промені, тобто невидиму частину спектра. У видимій області максимуми поглинання перебувають у межах 432,0–434,0 нм (фіолетові промені) та 657,9–663,1 нм (червоні промені).

Мінімальне поглинання сонячних променів (усього 1,6–3,7%) спостерігається в зеленій частині спектра. Відмінності між дослідними і контрольними саджанцями за інтенсивністю поглинання у різних ділянках спектра характеризуються невеликими величинами і для різних порід в ультрафіолетовій області спектра становлять 1,1–5,0%; фіолетовій — 1,0–15,3%; синьо-голубій — 0,3–9,6%; жовто-оранжевій — 0,8–13,0% і червоній — 0,6–8,2%. Особливо малі відмінності у саджанців дуба і бука, в яких поглинання сонячної енергії в контролі і досліді було майже однаковими (табл. 10.21).

Водночас, незважаючи на короткочасність досліду — один вегетаційний період, — у пігментній системі рослин під впливом урбогенних умов відбуваються певні зміни, які стосуються, очевидно, характеру зв'язку пігментів з білками і ліпоїдами. Зокрема, максимуми поглинання у контрольних сіянців виявились дещо нижчими, ніж у дослідних. Це досить чітко виявляється у саджанців клена, липи, каштана, сосни і особливо помітно у модрина. В останньому випадку максимальне поглинання сонячних променів у контрольних саджанців порівняно з дослідними у



Довжини хвиль максимального поглинання сонячних променів у різних областях спектра пігментної системи пластид контрольних і дослідних саджанців деревних рослин, мм

Порода	Область спектра, промені					
	Ультра-фіолет.	Фіолетові	Синьо-голубі	Зелені	Жовто-оранж.	Червоні
Дуб	<u>333,3</u>	<u>432,9</u>	-	-	<u>615,4</u>	<u>661,7</u>
	333,3	432,4	-	-	615,4	659,0
Бук	<u>333,3</u>	<u>433,8</u>	-	-	<u>617,3</u>	<u>662,7</u>
	333,3	432,4	-	-	613,5	657,9
Клен	<u>333,3</u>	<u>343,0</u>	—	-	<u>617,3</u>	<u>662,3</u>
	333,3	432,4	453,5	-	614,4	660,1
Липа	<u>333,3</u>	<u>432,9</u>	—	-	<u>617,3</u>	<u>662,3</u>
	333,3	432,0	454,5	-	615,4	659,0
Каштан	<u>333,3</u>	<u>432,2</u>	-	-	<u>617,3</u>	<u>662,7</u>
	333,3	432,0	-	-	615,4	659,0
Сосна	<u>333,3</u>	<u>432,2</u>	—	-	<u>617,3</u>	<u>662,3</u>
	333,3	432,0	451,4	-	615,4	659,0
Модрина	<u>333,3</u>	<u>432,9</u>	-	-	<u>619,2</u>	<u>663,1</u>
	333,3	432,4	-	-	613,5	660,1

В чисельнику — контроль (заміська зона); знаменник — (місто); максимум не виявлений.

фіолетовій частині спектра було на 15,3 %, а в червоній — на 8,2 % менше (табл. 10.22).

Таблиця 10.22

Максимальне поглинання сонячних променів в різних областях спектра пігментної системи пластид контрольних і дослідних саджанців деревних рослин, %

Порода	Область спектра, промені					
	Ультра-фіолет.	Фіолетові	Синьо-голубі	Зелені	Жовто-оранж.	Червоні
Дуб	<u>53,1</u>	<u>55,0</u>	-	-	<u>8,3</u>	<u>30,9</u>
	52,0	54,0	-	-	7,5	31,5
Бук	<u>95,0</u>	<u>55,6</u>	-	-	<u>6,7</u>	<u>26,2</u>
	100,0	56,8	-	-	5,8	25,0
Клен	<u>89,0</u>	<u>36,6</u>	—	-	<u>4,8</u>	<u>18,0</u>
	86,8	42,8	30,7	-	5,8	21,5
Липа	<u>100,0</u>	<u>40,2</u>	—	-	<u>5,0</u>	<u>20,1</u>
	100,0	39,5	4,5	-	18,0	28,3
Каштан	<u>70,6</u>	<u>51,0</u>	-	-	<u>6,0</u>	<u>22,8</u>
	75,5	53,0	-	-	8,3	25,9
Сосна	<u>59,3</u>	<u>34,4</u>	—	-	<u>5,1</u>	<u>18,9</u>
	48,5	37,5	23,5	-	5,0	21,5
Модрина	<u>54,9</u>	<u>36,4</u>	-	-	<u>5,1</u>	<u>20,3</u>
	59,5	51,7	-	-	7,0	28,5

В чисельнику — контроль (заміська зона), в знаменнику — дослід (місто), максимум поглинання не виявлений.



Характерно, що у контрольних саджанців порівняно з дослідними смуга поглинання в червоній частині спектра дещо зрушена в бік довгохвильових променів (табл. 10.21). Це свідчить про більшу фотоактивність хлорофілу "а", який грає у рослин основну фотосенсілюючу роль. Зсув максимумів поглинання в бік довгохвильових променів спостерігається у контрольних саджанців також у жовто-оранжевій і навіть у фіолетовій областях спектра. Очевидно, у сприятливих умовах розвитку рослин у фотосинтетичні реакції за перетворення енергії більш активно, нарівні з хлорофілом "а", включаються хлорофіл "в" і каротиноїди. У дослідних саджанців клена, липи і сосни на відміну від контрольних під впливом урбогенних умов додатково формуються максимуми поглинання у синьо-голубій частині спектра (табл. 10.22). Відзначене явище може свідчити про те, що з погіршенням умов зростання дослідні рослини активізують роботу жовтих пігментів з метою поліпшення проходження світлових етапів фотосинтезу і здійснення захисних реакцій проти несприятливих впливів середовища.

Таким чином, у деревних рослин під впливом міських умов відбуваються значні зміни в організації і проходженні фізіолого-біохімічних процесів: зростає напруженість водного режиму, збільшується опірність тканин електричному струмові, знижується поляризаційна ємність клітин, зменшується вміст хлорофілів і каротиноїдів, з'являються характерні відмінності в біоелектричній активності і в поглинанні пігментною системою пластид коротко- і довгохвильових променів сонячного спектра.

10.12. ОЦІНКА ЖИТТЄВОСТІ МІСЬКИХ ДЕРЕВНИХ ПОРІД ТА ЕКОЛОГО-КОМПЕНСАЦІЙНІ ЗАХОДИ В ОЗЕЛЕНЕННІ

Пошук передадаптацій і можливих адаптацій деревних рослин до КУГС дав можливість виділити на підставі проаналізованих показників діяльності фотосинтетичного апарату головні ознаки життєвості рослин (Кучерявий, 1999; Курницька, 2001).

Виділена група показників може використовуватись в системі моніторингу якості міського середовища.

На рис. 10.2 подана концептуальна модель взаємозв'язків факторів середовища та показників життєвості деревних рослин. Кожну з порід продіагностовано за багатофакторною 3-бальною шкалою оцінки з градаціями висока, середня і низька життєвість, на основі якої сформовано три групи стійкості рослин до КУГС. Така диференціація дає можливість подальшого дослідження адаптацій деревних рослин і їх інтродукції в насадження III–IV ЕФП (рис. 10.3).



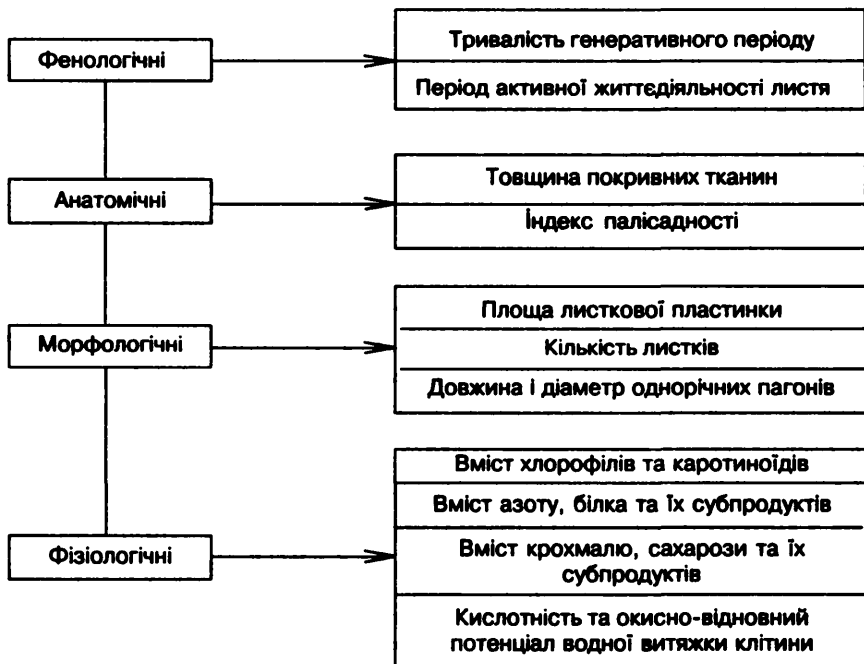


Рис. 10.2. Критерії оцінки життєвості деревних порід.

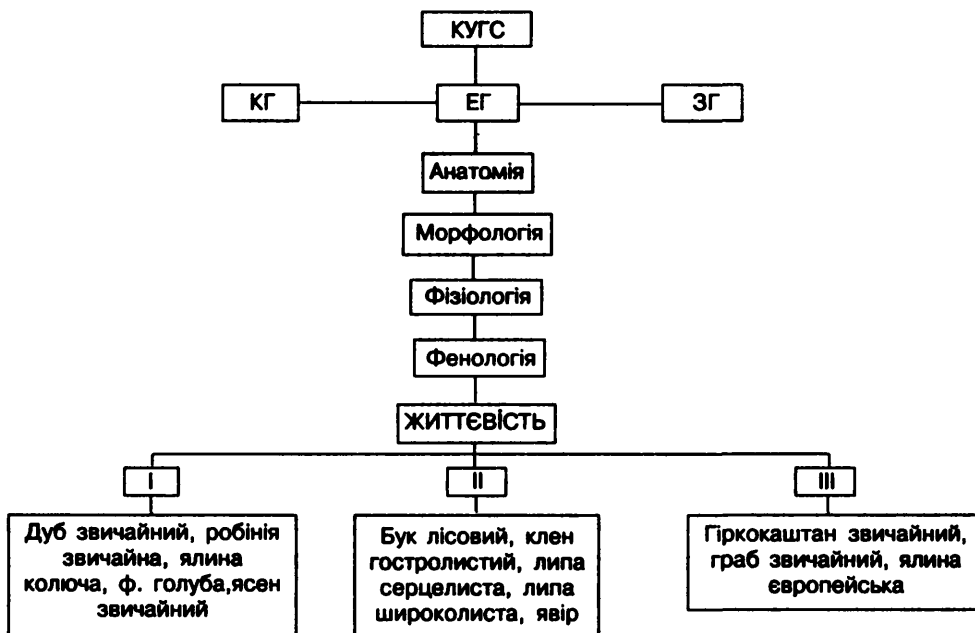


Рис. 10.3. Взаємозв'язок факторів середовища та життєвості деревних порід:

I — стійкі; II — середньостійкі; III — нестійкі.

Запропоновано ряд еколого-компенсаційних заходів підвищення фотосинтетичної активності міських насаджень залежно від виду пошкоджуючого фактора (див. рис. 5.5). Серед них найважливішими є цільовий підбір видового складу дерев та агротехніка вирощування. Для реалізації потенційної стійкості рослин до КУГС необхідно створювати оптимальні умови для їх кореневого живлення мінеральними елементами і водою, усувати зміни в фізико-хімічних властивостях ґрунту, які виникають при насиченні їх кислими газами і важкими металами, а також в умовах ущільнення.

Правильне застосування методів підвищення стійкості рослин до урбогенного середовища з врахуванням конкретних умов зростання і складу забруднювачів дозволить створити у великих містах та промислових центрах довговічні і високодекоративні зелені насадження.



МІСЬКЕ ЕКОЛОГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ

11.1. ТИПИ ЕКОЛОГІЧНО ОБҐРУНТОВАНИХ ПРОСТОРІВ

Питання “раціональної урбанізації”, тобто розумного співвідношення урбанізованих і неурбанізованих територій, або ж урбанізованої земної поверхні і неурбанізованого природного каркасу є надзвичайно актуальними. В табл. 11.1 наведені типи екологічно обґрунтованих територій і їх місце в балансі суші Землі.

Як бачимо, 18 % земної суші, на думку К. Доксіадіса, має бути зайнято постійним перебуванням людини (проживання, праця, дозвілля). Характерно, що тут присутність природних екосистем коливається в межах 20–10%. На 0,5 % земної суші елементи природного ландшафту зовсім відсутні (крупні агломерації і конурбації, міста із щільною забудовою). Зазначені в табл. 11.1 співвідношення типів неурбанізованих і урбанізованих територій — це в кращому випадку побажання вченого, на які слід орієнтуватися. Спрямувати розвиток урбанізації в правильне русло можна лише шляхом *екологічного планування міського розвитку* (Владіміров, 1999; Sukopp, Wittig, 1993). Такий підхід впливає з концепції сталого розвитку, прийнятої на міжнародній конференції ООН з проблем довкілля (Ріо-де-Жанейро, 1992).

Як відомо, існують розрахунки екологічної, господарської і психологічної потреб людей у території. Наприклад, за Ю. Одумом, на одного мешканця планети необхідно мати 2 га землі (пропашні — 0,6 га, технічні культури — 0,4 га, природні ландшафти — 0,8 га, промисловість і соціальна інфраструктура — 0,2 га). Розподіл території земної поверхні на душу населення має співвідноситися як 5:4:1 (відкриті простори: культурні



природні ландшафти, передусім господарські землі: урбанізовані території). Згідно з вимогами ФАО ООН, ліси на земній суші мають займати 50%, сільськогосподарські землі — 45% і забудова — 5% території (5:4, 5:1).

Запропоновані К.Доксіадісом 12 типів просторових зон (табл.11.1) можна згрупувати таким чином: *відносно не зачеплені людською діяльніс-*

Таблиця 11.1

Типи екологічно обґрунтованих просторів і їх місце в балансі суші Землі
(за Доксіадісом)

Номер за порядком	Частка природних екосистем, %	Антропогенний вплив	Частка території, окультурених людинною	Транспортні засоби, машини, промисловість	Типи будівель	Інфраструктура	Частка суші Землі
1	100	Наукові дослідження	—	—	—	—	40
2	100	Піші прогулянки, екскурсії на воді	—	—	—	—	17
3	95	Тимчасове перебування екскурсії	3	—	Палатка легкого типу	—	10
4	95	Тимчасове перебування екскурсії	4	—	—	—	8
5	95	Тимчасове перебування екскурсії	5	Автомобіль	Готелі, житлові будівлі	Автомобільні шляхи	7
6	20	Постійне перебування і робота	70	Автомобіль, трактор, легка промисловість	Житлові та громадські будівлі	Автомобільні шляхи	5,5
7	20	Постійне перебування і робота	60	—	—	Автомобільні шляхи, залізниці	5
8	20	Постійне перебування і робота	40	Рекреаційний транспорт, розваги	—	Автомобільні й залізниці й аеропорти	5
9	10	Постійне перебування і робота	30	Автомобіль	—	Автомобільні й залізниці й аеропорти	1,3
10	10	Постійне перебування і робота, щільність населення — 30 чол/га	20	Автомобіль	—	Автомобільні шляхи, залізниці й аеропорти	0,7
11	—	Постійне перебування і робота, щільність населення — 30 чол/га	10	Автомобіль	—	Автомобільні й залізниці й аеропорти	0,3
12	—	Тільки для трудових процесів	10	Будь-які функції	Промислові будівлі, комунально-побутові об'єкти	Автомобільні шляхи, залізниці й аеропорти	0,2

то, перетворені (сільськогосподарські, рекреаційні та ін.) і глибоко змінені (урбанізовані). Тоді це співвідношення буде виглядати так: 5,5:4:0,5. Як бачимо, наведені "еколого-збалансовані" пропозиції збігаються, хоча це лише приблизні, орієнтовні показники і вони більше стосуються планетарних масштабів. Регіональні умови, особливо високоурбанізованих місцевостей, вимагатимуть зовсім іншого співвідношення. Однак і за цих умов слід дотримуватися головного принципу: не допускати розповзання урбанізованих територій на шкоду природному каркасу.

Як наголошував відомий український архітектор І.Д.Родічкін, зв'язок між містом і природою має розглядатися як вихідна і вирішальна, а не другорядна (після вирішення сільбищних, виробничих, транспортних, комунально-господарських, парадно-репрезентативних питань) позиція проектування.

У межах міста, де процеси перетворення природних ландшафтів відбуваються в цілому активніше, ніж за ними, існує три типових стани ландшафту:

природний ландшафт, який упродовж деякого часу зберігається і використовується у новому місці або його нових районах;

перетворений і змінений природний ландшафт, який набрав антропогенного вигляду;

повністю перетворений, штучний ландшафт, у найбільш засвоєних районах міста.

Збереження в місті природного ландшафту упродовж тривалого часу, як свідчить практика, є справою практично неможливою. Водночас слід усіма силами намагатися продовжити його існування на урбанізованій території, зберігаючи до останнього окремі фрагменти: куртини дерев чи навіть одне вікове дерево. Велика частка "штучного" ландшафту, особливо пам'яток архітектури, може бути в історичних частинах міст (Львів, Харків, Одеса, Івано-Франківськ).

На взаємозв'язок міста з природним оточенням впливають такі фактори:

величина і розташування лісових масивів;

наявність водойм і водотоків;

мезо- і мікрокліматичні особливості;

структура міста (розчленована, компактна, розтягнута тощо);

функціональне зонування міста;

народногосподарський профіль міста;

санітарно-гігієнічні умови;

розвиток транспортних зв'язків;

композиційно-візуальний взаємозв'язок (панорамний огляд, домінан-ти, ізоляція тощо);

співвідношення “відкритих” і “закритих” просторів.

Зупинимось окремо на понятті відкритих просторів, які представлені природними і зміненими природними ландшафтами. Виділяють такі типи відкритих просторів:

системи розселення і приміські зони (М:5000; 1:50000; 1:1 00000) — позаміські простори усіх типів: ліси, водойми, поля (включаючи дрібні населені пункти й інженерно-транспортні споруди тощо);

міські відкриті простори (1 : 5000; 1 : 2000) — парки, сади, сквери, набережні, водойми;

“фонові” відкриті простори (М 1 : 2000; 1 : 5000) — у межах житлових мікрорайонів, громадських центрів, комплексів промислових підприємств.

Під системою відкритих просторів розуміють таку сукупність взаємодіючих незабудованих (озелених, водних) територій міста або будь-якого містобудівельного утворення, яка сприяє оздоровленню оточуючого середовища, поліпшує умови масового відпочинку населення, збагачує зовнішній вигляд міста, допомагає охороні природного ландшафту. Вирішенням цих завдань в умовах містобудівельної діяльності займається *ландшафтна архітектура*.

11.2. ПОНЯТТЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ПЛАНУВАННЯ МІСТА

Місто як складна соціоекосистема з надсистемним і підсистемним рівнями може розраховувати на благополуччя лише за умов наявності науково-обґрунтованих екологічної політики і екологічного планування. “Програми і планування, — зазначають німецькі екологи Г.Зукопп і Р.Віттіг, — можна назвати лише тоді екологічними, коли вони служать цілям довготривалої гарантії збереження природних ресурсів і життєвого середовища для потреб людей, тварин і рослин”. Екологічне планування, таким чином, має бути націлене на *довкіллязберігаючий* міський розвиток, або, як сьогодні прийнято говорити, на сталий розвиток міської соціоекосистеми.

У зв'язку з цим центральними в межах просторового екологічного планування є такі питання:

придатність даної території для певного використання (функціонування);

чутливість даної території до користування (навантаження);

навантаження, що мають лягти на територію; конфліктні ситуації, які виникають в разі одночасної дії факторів придатності, чутливості і навантаженості.

Відповіді на дані питання можна дати лише за умов глибокого аналізу усіх компонентів міського середовища. В ФРН для цього використовують тематичні карти (табл. 11.2).

Таблиця 11.

Тематична карта аналізу міського середовища (за Sukopp, Wittig, 1993)

Вид карти і видавець (власник)	Масштаб
Загальні основи	
Німецька основна карта	1:5 000
Топографічна карта (геодезичні служби)	1:25 000
Історико-краєзнавчі карти (геодезичні служби, міські архіви, музеї)	У старих, часто неметричних масштабах
Знімки з літака та супутника (геодезичні служби, управління з питань захисту природи, лісова адміністрація)	1:5 000
Природно-територіальний поділ (служба краєзнавства, статистичні земельні служби, геодезичні служби)	1:1 000 000
Ґрунти	
Ґеологічна карта (геологічні та земельні служби)	1:200 000
Карта ґрунтів, оцінка багатства ґрунту (геологічні земельні служби)	1:25 000
Специфічні міські карти (атласи) ґрунтів	У різних масштабах
Клімат і повітря	
Карти опадів і температур (метеорологічні служби та центри)	1:500 000 або менші
Локальний кліматичний поділ (різні автори)	1:1 000 000 або менші
Фенологічні карти (метеорологічні центри, ботанічні інститути)	1:25 000 1:10 000
Карти забруднення повітря	Різний
Рослинний і тваринний світ	
Карта міських біотопів	1:5 000
Карта сільських біотопів	1:10 000
Карти рослинного покриву (інститут земельних насаджень)	1:500 000 1:200 000
Карта флори (органи захисту природи, університети, природо- наукові об'єднання)	1:25 000
Карта фауни (органи захисту природи, університети, природо- наукові об'єднання)	1:25 000
Карти лісових місцезростань і функціонального зростання	1:10 000

Води	
Карти якості вод	1:25 000
Карти водного господарства	1:50 000
Існуюче планування	
Регіональний план	1:100 000 до
Регіональні місця планування	1:25 000
План землекористування району	1:10 000 до
План землекористування общин	1:5 000
Муніципальний план забудови	1:5 000
Муніципальний план забудови общини	1:500
Муніципальний план озеленення	1:5 000
Муніципальний план озеленення общини	1:500
План догляду і розвитку (муніципальні общини, з'єднання)	Різні, часто 1:1 000 1:5 000 1:25 000

11.3. УРБЕКОЛОГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ І ПРОЕКТУВАННЯ

У межах містобудівельних планів, проектів і програм, які виконуються в Україні, закладаються екологічні чи природоохоронні розділи, які немовби наскрізь пронизують ці документи.

Вирішення екологічних проблем охоплює всі ієрархічні рівні системи державного планування (рис. 11.1).

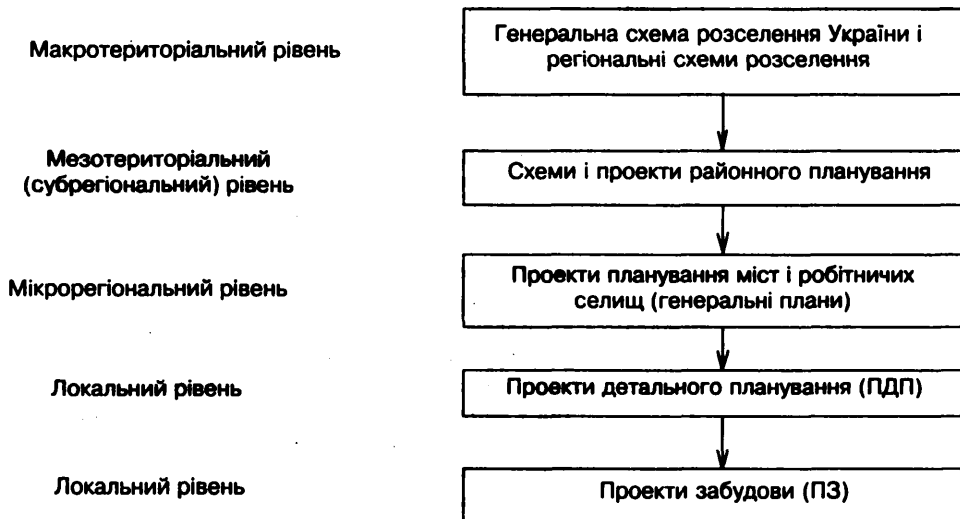


Рис. 11.1. Системи державного планування.

В табл. 11.3 наведена система науково-проектних робіт з містобудування і основні містобудівельні і урбоекотологічні завдання, які вирішуються на різних територіальних рівнях.

Таблиця 11.3

Система науково-проектних робіт з містобудування й основні містобудівельні та урбоекотологічні завдання, що вирішуються на різних територіальних рівнях (за В.В. Владіміровим)

Рівень	Найменування робіт	Масштаб основних графічних матеріалів	Основні містобудівельні задачі	Основні урбоекотологічні задачі
1	2	3	4	5
Макро-територіальний	Генеральна схема розселення на території Російської Федерації	1:2500000	Прогноз розвитку основних форм розселення, а також умов, співвідношень, регіональних відмінностей і параметрів регіональних систем розселення і крупних міських агломерацій	Створення містобудівельних умов збереження і покращення навколишнього природного середовища шляхом раціонального розподілу населення, організації території і використання природних ресурсів
	Регіональні схеми розселення	1: 2500000 – 1:500000	Прогноз розвитку форм розселення і уточнення кількості та параметрів міських агломерацій у специфічних умовах даного економічного району	Те ж у специфічних умовах даного регіону і стосовно конкретних соціально-економічних умов життя населення; макрозонування території за екологічними умовами
Мезо-територіальний	Схеми районного планування	1:300000– 1:100000	Розробка концепції розвитку мережі населених місць області (краю, республіки у складі РФ), визначення меж і найважливіших параметрів міських агломерацій, районних систем розселення, масштабів і напрямків розвитку міських поселень, загальних тенденцій у розвитку сільсько-го розселення	Генералізоване урбоекотологічне, інженерно-екологічне і функціональне зонування території, розробка загальних заходів з охорони навколишнього природного середовища на території, що розглядається
		1:100000– 1:25000	Розробка планувальної структури міської агломерації, визначення перспектив і напрямків розвитку всіх систем розселення і окремих поселень. Розробка планувальної структури систем розселення	Детальне урбоекотологічне, інженерно-екологічне і функціональне зонування території; розробка конкретних гігієнічних і природоохоронних заходів, включаючи виділення охоронних і санітарно-захисних зон, об'єктів природи, що охороняються та ін.

1	2	3	4	5
Мікро-територіальний	Проекти планування населених місць (генеральні плани)	1:25000–1:5000	Розробка найважливіших архітектурно-планувальних питань (функціонального зонування, планувальної структури, системи магістралей, суспільних центрів і т.п.)	Розробка комплексу заходів з оздоровлення міського середовища (в тому числі і містобудівельними засобами), раціональне функціонування зонування, трасування транспортних магістралей, створення системи озеленення і т.п.
	Проекти детального планування (ПДП) центрів міст, промислових і житлових районів	1:5000–1:2000	Детальне опрацювання архітектурно-планувальних питань житлових мікрорайонів, кварталів	Розробка пропозицій з обліку в плануванні сприятливої аерації та інсоляції житлових, суспільних і виробничих комплексів; з розміщення господарсько-побутових об'єктів, стоянок автомобілів, захисту від шуму, електромагнітних випромінювань та інших негативних чинників; з озеленення і т.п.
	Проекти забудови (ПЗ) житлових мікрорайонів	1:2000 та крупніше	Найбільш детально опрацювання (аж до прив'язки окремих будівель) архітектурно-планувальних питань житлових мікрорайонів і кварталів	Те ж, але більш детально, стосовно житлового мікрорайону

Загальною вимогою для всіх рівнів і для конкретних робіт є урахування містоформувальних факторів, раціональне використання території, її функціональне зонування, найбільш ефективне взаємне розташування виробництва і житлових зон. Усі ці заходи спрямовані на екологічну оптимізацію міського середовища.

Містоформувальні фактори. Історія містобудування дає можливість з'ясувати, яким містоформувальним факторам була надана перевага у місті, в якому ми сьогодні живемо. Якщо це місто із давньою історією, то воно могло міняти свої основні функції (замки, фортеці, порти, торгіві, промислові, адміністративні, курортні центри тощо). Молоді ж міста, особливо індустріальні, мають своє промислове обличчя.

Отже, містоформувальними факторами називають ті, які є головними в створенні того чи іншого міста і безпосередньо впливають на його ріст. Відповідно підприємства, які стали причиною виникнення міста

і значення яких виходить за його межі, називають *містоформувальними підприємствами* (заводи, фабрики, електростанції, крупні транспортні вузли, аеро- і морські порти, урядові установи, музеї, бібліотеки, театри, санаторії, будинки відпочинку та ін).

Установи і підприємства, які здійснюють культурно-побутове обслуговування населення, називають *обслуговуючими* (адміністративні установи, магазини, підприємства місцевої легкої і харчової промисловості, музеї, театри, школи і т.д.). Усі вони обслуговують працюючих містоформувальної групи підприємств.

Планувальна структура міста і його функціональне зонування

Планувальна структура міста — це взаємне розташування основних функціональних зон і системи зв'язків між ними. По суті, це основа міста, яка визначає транспортну силу, зовнішній вигляд міста і відображається в його генеральному плані.

Сільбищна зона — територія, яка призначається для житла. В її межах розташовуються мікрорайони і житлові квартали, культурно-побутові підприємства, окремі нешкідливі виробництва, площі, об'єкти озеленення, склади, транспортні об'єкти, резервні території.

Промислова зона включає промислові підприємства, культурно-побутові установи, що їх обслуговують, площі, зелені насадження.

Санітарно-захисна зона — зелені насадження завширшки 50–1000 м, які захищають сільбищні території від шкідливого впливу промисловості і транспорту.

Транспортна зона — об'єкти зовнішнього транспорту (водного, повітряного, залізничного).

Складська зона — територія різного роду складів.

Розрізняють такі форми планувальної структури: розчленовані, розосереджені, розосереджені з переважаючим районом і лінійну.

В містах є об'єкти, які населення відвідує найчастіше. Їх називають міськими центрами тяжіння — це промислові підприємства, установи, об'єкти культурно-побутового обслуговування, вищі навчальні заклади, спортивні комплекси, парки культури і відпочинку, вокзали тощо. Вищим елементом планувальної структури є загальноміський центр, який найчастіше розташовується у центрі території міста на перетині головних планувальних осей. У найбільших містах планети, де дуже високий рівень автомобілізації, важливою проблемою є транспортне розвантаження центру.

Визначення розрахункової чисельності населення. Розробляючи генеральні плани міст (як нових, так і тих, що підлягають реконструкції),



необхідно мати дані про обсяги будівництва і площі території. Ці дані можна одержати, визначивши чисельність міста на перспективу.

Умовно все міське населення можна поділити на три групи:

1 група — містоформуюча. Її питома вага становить на першу чергу будівництва 33...38 %, а на перспективу — 25–35 %;

2 група — обслуговуюча. Питома вага цієї групи населення залежить від величини міста і становить для крупних міст 23–26 %, а для крупних і малих міст та селищ — 19–22 %. З ростом міст зростає питома вага обслуговуючої групи населення, оскільки у великих містах найбільш розвинута система установ культурно-побутового обслуговування населення. При цьому питома вага містоформуючої групи зменшується;

3 група — мігруюче населення (діти, старі, інваліди). Цю групу називають несамодіяльною. Її питома вага коливається в межах 46–48 % і не залежить від величини міста.

Розрахункову чисельність населення встановлюють виходячи з питомої ваги основної містоформуючої групи в загальній чисельності населення міст. Для приблизного розрахунку користуються формулою

$$N=100 A/a,$$

де N — перспективна чисельність населення; A — абсолютне значення містоформувальної групи; a — питома маса містоформувальної групи населення, %:

$$a = 100 - (b + c),$$

де b — питома маса обслуговуючої групи населення, c — питома маса несамодіяльного населення.

Екологізація генеральних планів міст. Генеральний план міста розробляється на підставі народногосподарського плану розвитку країни і являє собою науково обґрунтований перспективний план розвитку міста. Він визначає перспективу розвитку, загальнопланувальну структуру, характер забудови, систему транспортного обслуговування, напрям заходів з інженерної підготовки міських територій, благоустрою й озеленення.

В.В. Владіміров (1999) на підставі узагальнення великої кількості містобудівельних досліджень акцентує увагу на необхідності врахування в екологізації генеральних планів міст таких моментів:

1. Екологічне обґрунтування функціонального зонування приміської зони, виділення на її території відповідних зон і секторів і встановлення в їх межах необхідних екологічних і господарських режимів.

2. Вихідна інформація, необхідна для визначення параметрів і конфігурації природного каркасу міста, одержана внаслідок аналізу загальної

ландшафтно-екологічної обстановки в регіоні, врахування внутрішніх і зовнішніх зв'язків.

3. Інформація, пов'язана з необхідністю винесення з міста ряду екологічно небезпечних виробничих об'єктів.

4. Стратегія охорони природи, якою визначені пріоритетні напрямки охорони повітряного і водного басейнів, ґрунтового-рослинного покриву тощо.

Автор наводить (рис. 11.2) результати комплексної оцінки забруднення оточуючого природного середовища м. Мінська, на підставі якої зроблені такі висновки:

1. Близько 30 % території міста перебуває в зоні вкрай несприятливій за рівнем інтегрального забруднення оточуючого середовища (Заводський район і мікрорайон Шабани, окремі ділянки Жовтневого району і центру міста, зони вздовж напружених магістралей);

2. Понад 35 % території міста — це зона, віднесена до несприятливої за рівнем інтегрального забруднення оточуючого середовища (центр міста, південь, південний схід тощо).

Відповідно до результатів комплексної оцінки на території Мінська виділені функціонально-планувальні зони, для яких розроблені більш жорсткі екологічні вимоги щодо їх подальшого розвитку (рис. 11.3).

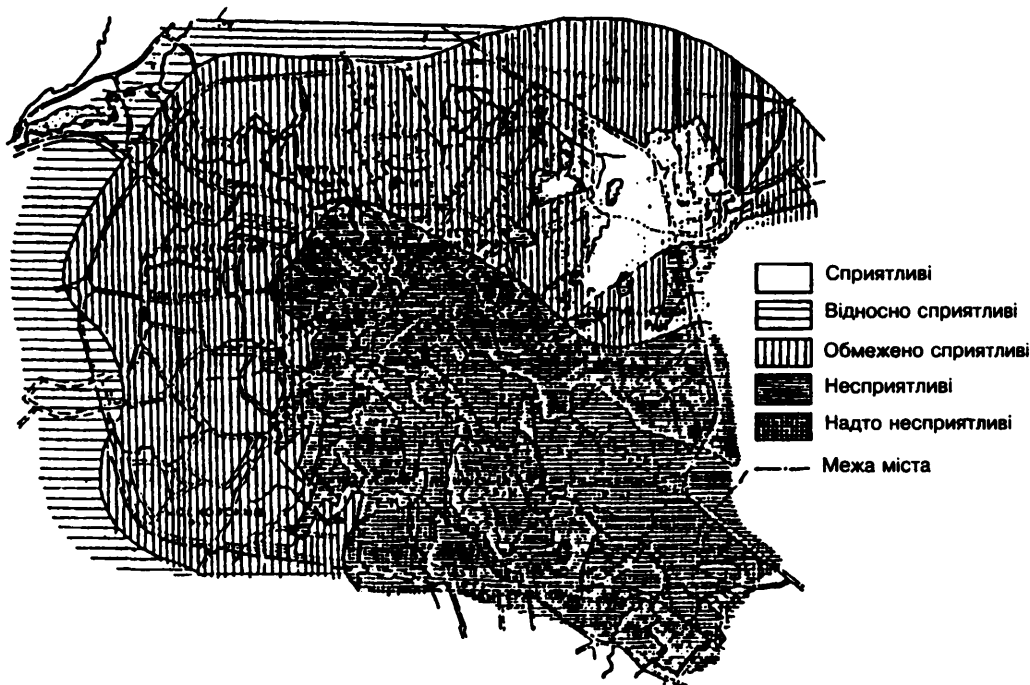


Рис. 11.2. Комплексна оцінка засмічення навколишнього середовища (За Владіміровим, 1991).

Оскільки елементи природного каркасу міста — це не що інше, як озеленені території, а їх біопродуктивність і фітомеліоративна дія різні, автор пропонує брати до уваги “екологічний потенціал” різних елементів каркасу (табл. 11.4).

Таблиця 11

Екологічна ефективність різних елементів міського озеленення (за В.В. Мазінгом)

Елементи та їх корисні властивості	Елементи озеленення								
	Квітники	Городи	Газони	Алеї	Фруктові сади	Гаї без чагарників	Гаї з чагарниками	Живі огорожі	Пригородні
Вітрозахист	1	1	1	3	3	5	5	5	3
Димо- і пилозахист	1	1	2	3	3	3	5	5	3
Шумозахист	1	1	1	3	3	3	5	5	3
Захист ґрунту від ерозії та дефляції	2	1	3	2	3	5	5	5	5
Захист від отрутохімікатів	2	1	3	2	1	3	3	3	3
Первинна біологічна продуктивність	2	3	2	3	3	3	5	3	3
Користь для ґрунтової фауни, грибів	1	1	2	2	3	3	5	5	5
Користь для бджіл та інших корисних комах	3	2	3	3	3	3	3	3	3
Користь для птахів, що відкрито гніздуються	1	1	1	3	3	3	5	5	5
Користь для птахів, що гніздуються у дулах	1	1	1	3	1	5	5	1	1
Видове різноманіття	2	2	2	2	3	3	5	5	5
Саморегульованість	1	1	2	2	2	3	5	5	5
Загальний екологічний потенціал	18	16	23	29	31	42	56	46	44

Примітка. Потенціал: високий — 5; середній — 3; низький — 2; дуже низький — 1.

Підходи до побудови природного каркасу в містах, різних за величиною та народногосподарським профілем, мають бути дуже індивідуальними. Принципова планувальна структура природних каркасів міст різної величини, розташованих у найбільш контрастних природних зонах, зображена на рис. 11.4.

Загальна площа озеленення в місті — важливий показник, особливо у зіставленні з іншими функціональними зонами, оскільки екологічна ефективність великих, середніх і малих за розмірами насаджень є різною. В зв'язку з цим структуру природного каркасу міста, за В.В.Мазінгом, можна умовно поділити на макро-, мезо- і мікроструктуру.

Макроструктура включає крупні зелені масиви міста — парки, лісопарки, ботанічні і зоологічні сади, великі масиви захисних насаджень, які створюють своєрідну мозаїку, що стримує урбанізаційні процеси. Формування елементів природного каркасу є не що інше, як створення комплексної зеленої зони міста з її водно-зеленими діаметрами, озеленими

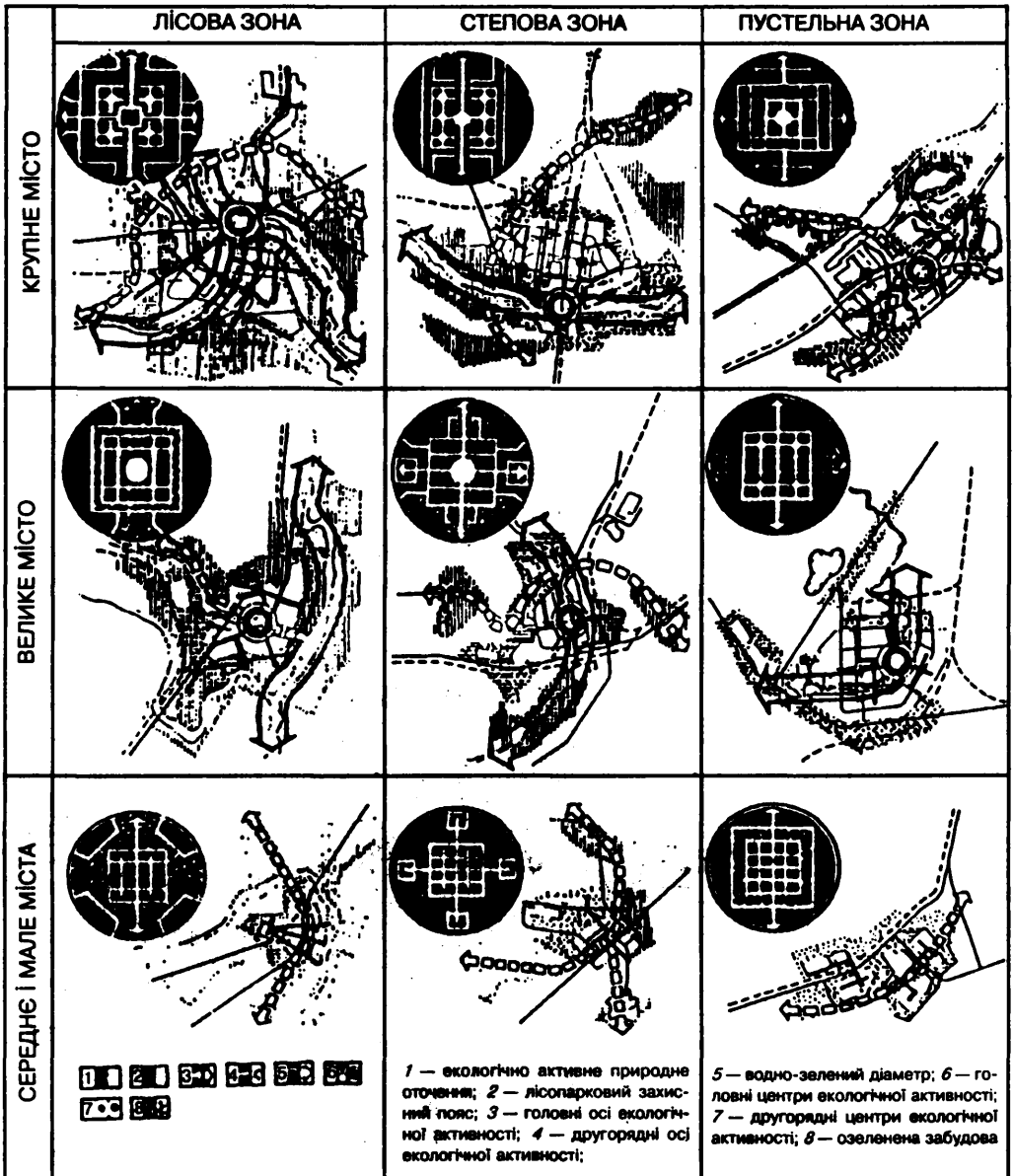


Рис. 11.4. Принципова функціонально-планувальна структура природного каркасу міст різної величини (За Владіміровим, 1999).

санітарно-захисними зонами, а також системи “капілярів” (Владіміров, 1999) — озелених вулиць, бульварів, захисних зелених насаджень, що сполучають елементи макроструктури природного каркасу з приміськими лісопарками і лісами.

До мезоструктури природного каркасу міста належать сади, сквери, алеї, інші зелені насадження в межах житлових районів і мікрорайонів. У старих частинах міста можна виділити два типи мезоструктури — міжквартальні (алеї, озеленені вулиці, сквери) і внутріквартальні (сади, городи, палісадники та ін.). В екологічному співвідношенні, як зауважує В.В.Владіміров, ці типи достатньо відрізняються навіть при однаковій щільності забудови: в першому випадку антропогенний прес є набагато більший (транспорт, пішоходи, собаки), у другому ж — більше можливостей для порівняно вільного розвитку зелених насаджень внаслідок постійного і досить сильного антропогенного впливу на житлову територію.

Мікроструктура природного каркаса формується окремими елементами озеленення — газонами, квітниками, чагарниками, вертикальним озелененням, садами на дахах, окремо стоячими деревами, зеленими бордюрами та стінами, розаріями тощо.

Формування природного каркасу міста здійснюється одночасно з локальними еколого-компенсаційними заходами (рис. 11.5).

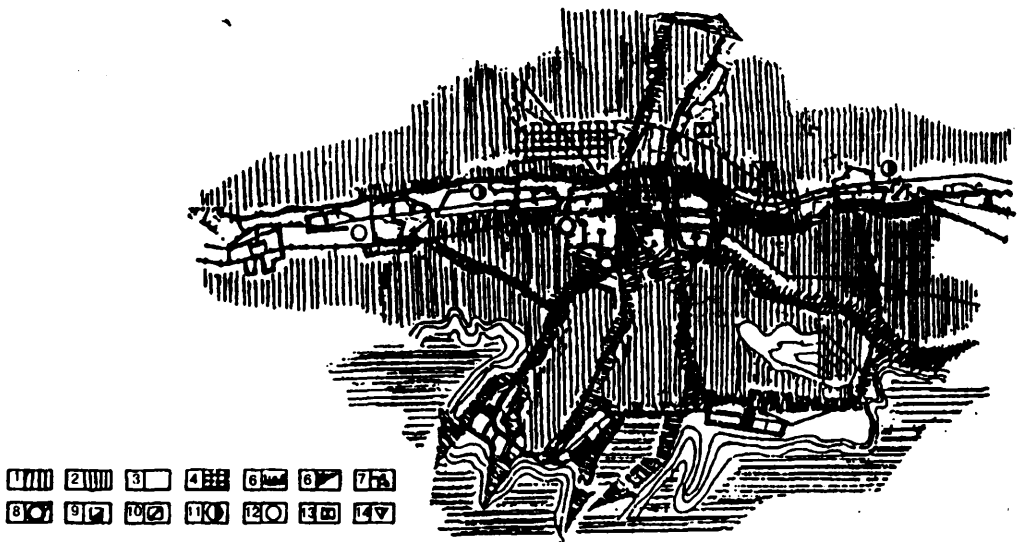


Рис. 11.5. Формування природного каркасу м. Бішкек (За Владіміровим, 1999).

Зони: 1 — господарсько-комунальні; 2 — сільського господарства; 3 — масового відпочинку та охорони природи; 4 — поліфункціональні; елементи природного каркасу: 5 — міського; 6 — району розселення; 7 — інші найбільш важливі елементи системи міських зелених насаджень; 8 — винесення промислових, транспортних і інших об'єктів; локальні заходи з охорони навколишнього середовища: 9 — біометна і фізико-хімічна очистка стічних вод; 10 — перехід до замкнутих водогосподарських циклів; 11 — встановлення фільтрів для очищення виробничих викидів; 12 — впровадження маловідходної технології; 13 — сміттєпереробні підприємства; 14 — удосконалені полігони та звалища.

11.4. КОМПЛЕКСНА ЗЕЛЕНА ЗОНА — ЕКОЛОГІЧНИЙ КАРКАС МІСТА

В 1955 р. Уряд Української РСР затвердив розроблений Держпланом разом з рядом міністерств і відомств та Академією наук десятирічний план створення зелених зон міст і робітничих селищ республіки (на 1956 — 1965 рр.). За цим планом в 360 містах і 780 селищах міського типу України створено понад 0,5 млн га міських і приміських зелених насаджень. За цей період площа зелених насаджень у межах міської забудови збільшилась майже в 2,5 рази, зелених насаджень загального користування в 3 рази (рис. 11.6, 11.7).

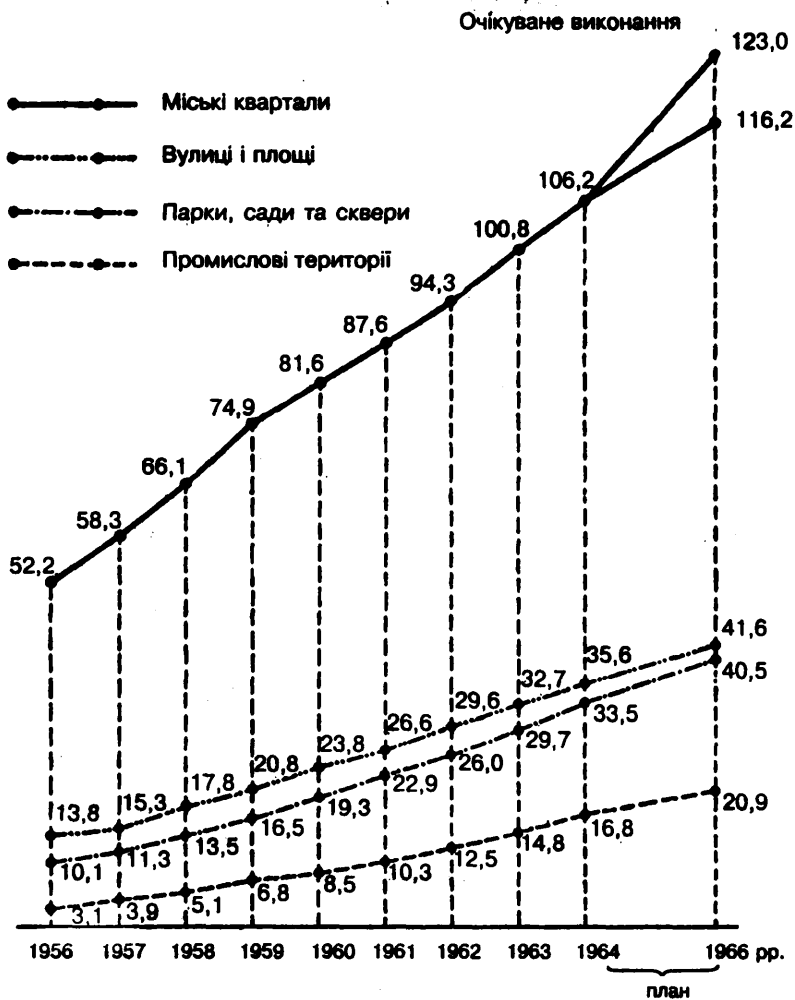


Рис. 11.6. Ріст основних видів зелених насаджень (тис. га) у межах міської забудови у 1956–1963 рр.

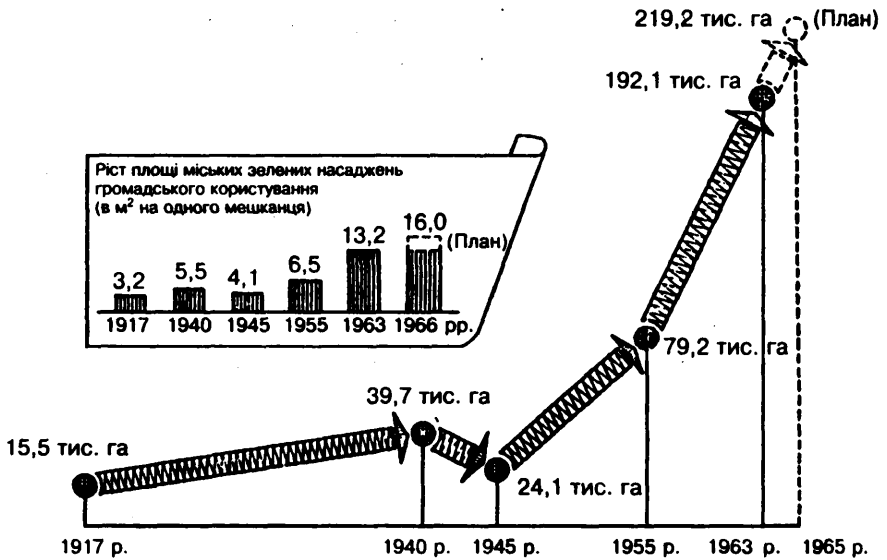


Рис. 11.7. Динаміка розвитку всіх видів насаджень у межах міської забудови за 1917–1963 рр.

Уже в 1964 р., як свідчать джерела (Попов, 1964), площа міських насаджень загального користування в середньому в республіці досягла 13 м² на одного мешканця, а в 1966 р. — 16 м². За цей же період створено 280 тис. приміських лісових насаджень, які передбачалося перетворити в лісопарки, органічно пов'язані з міськими насадженнями.

Таким чином розпочалась хода України в напрямі екологізації міського середовища. Кроки українського Уряду не знайшли підтримки в союзному центрі, а найвищою інстанцією, де цей досвід був розглянутий і схвалений, стала Всесоюзна виставка досягнень народного господарства (1961 р.). У процесі виконання десятирічного плану, — пише А. М. Попов (1964), — в республіці намітився новий етап розвитку зеленого будівництва, який відрізнявся загальною спрямованістю: необхідність використання кращих зразків садово-паркового мистецтва в процесі вироблення та прийняття архітектурно-планувальних рішень щодо будівництва садів, парків та лісопарків. При озелененні в'їздів у міста створювали ландшафтні посадки, уникаючи рядових, якщо це було можливо, ширше використовували чагарники, розкривали природні і створювали нові пейзажі. Під час будівельних робіт намагалися максимально зберегти рослинний шар землі і природний рельєф. В оформленні міст і селищ ширше використовували газони, посадки багаторічних квітів, квітучих чагарників і в'юнких рослин.

Виконання десятирічного плану забезпечувало, наприклад, щорічний приріст зелених насаджень у місті Львові в середньому на 70 га. До кінця

1965 р. повністю озеленено горби Розточчя, заплава Полтви, створені зелені зони Голоско, Майорівка, Бойківська, Сихів, Збоїська, Замарстинів. У приміській зоні з'явився великий зелений масив довкола штучного озера Глинна Наварія. Вперше в Шевченківському гаї, Голосківській і Бойківській зелених зонах використовують ландшафтні прийоми посадок.

Потім був п'ятирічний план (1966–1970 рр.), яким передбачалося завершення робіт із створення комплексних систем озеленення населених місць, формування лісопаркових поясів та облаштованих зон масового відпочинку населення, будівництво водойм і пляжів. Одним з найважливіших завдань цього плану було створення зон відпочинку на дніпровських берегах, Чорноморському і Азовському узбережжях з наступним будівництвом в цих зонах пансіонатів, кемпінгів, мотелів, туристських і дитячих таборів, водних басейнів та інших спортивних споруд.

У наступному десятирічному плані (1971–1980 рр.) було поставлене завдання створити найсприятливіше для життя, праці та відпочинку населення природне середовище, забезпечити на науковій основі подальший комплексний розвиток зеленого будівництва і ландшафтної архітектури відповідно до масштабів і темпів розвитку міст і селищ, житлового та промислового будівництва.

У комплексному озелененні міст України брали участь республіканські міністерства, відомства, організації, для яких, окрім комунального і лісового господарства, кошти на зелене будівництво не передбачалися. Зелене будівництво фінансувалося з різних джерел, основним з яких був республіканський і місцевий бюджети. При цьому роботи, що здійснюються за рахунок бюджетних асигнувань, не плануються на перспективу, оскільки розміщення цих асигнувань визначається щорічно при затвердженні Верховною Радою бюджету республіки.

Вже на початку 80-х років площа зелених насаджень у комплексних зелених зонах збільшилась до 2 млн 604 тис. га. Різко зростала площа внутріміських насаджень: в 1978 р. вона вже становила 343,5 тис. га проти 71,9 тис.га в 1955 р.

Ще інтенсивніше розвивалися приміські зони, особливо в степовій зоні та індустріальних центрах. Площа лісопарків і приміських лісів, містозахисних насаджень, заіснених пісків і пустирів досягла 1 млн 700 тис. га проти 654 тис. га, а площа садів, виноградників приміських господарств виросла до 291962 га проти 88 тис. У 1965 р. майже в 10 разів збільшилася територія *колективних садів*, їх площа становила 19 тис. га. У чотири рази виросла площа *декоративних розсаджень*. У ці роки *ландшафтною реконструкцією* було охоплено 35 тис. га скверів, парків, лісопарків.

Особливо великих успіхів було досягнуто в озелененні *промислових територій*, створенні довкола них санітарно-захисних зон, рекультивації відвалів і посадок на териконах. Ефективно і з великим естетичним смаком озеленяли промислові території заводів ім.Ілліча і “Азовсталь” в Маріуполі, заводів ім. Куйбишева в Краматорську та “Запоріжсталь”. На рекультивованих відвалах гірничо-збагачувального комбінату в м.Орджонікідзе Дніпропетровської області створена перша в Україні садово-паркова зона.

У ці роки створюються кращі зразки садово-паркового мистецтва: парки Будівельників і 40-річчя Жовтня в Донецьку (сам обласний центр потопає в трояндах), ім.Т.Г.Шевченка в Дніпропетровську, ім. Леніна в Одесі, ім. Гагаріна в Сімферополі, “Мир” у Запоріжжі, ім. Козицького у Вінниці.

Новий десятирічний план на 1981–1990 рр. був націлений на формування *комплексних зелених зон міст і робітничих селищ*. На жаль, у зв'язку із ліквідацією Держплану України результати десятирічної роботи спеціалістів з озеленення так і не були завершені, а новий план на 1991–2000 рр. так і не був зверстаний. Можна сказати, що 90-ті роки для озеленення українських міст як основного заходу екологізації міського середовища були втрачені. Знищена система зеленого будівництва, занепади в більшості випадків розсадники і квіткові господарства. Вітчизняних виробників декоративних деревних культур і квітів витісняють зарубіжні фірми. Виникає нагальна необхідність повернутися державі до власного українського досвіду розвитку комплексних зелених зон міст і робітничих селищ, який, без перебільшення, є унікальним у світовій практиці містобудування.

У методичних рекомендаціях із складання 10-річного плану розвитку комплексних зелених зон міст і селищ міського типу (КЗЗМ) країни на 1991–2000 роки, розроблених авторським колективом науковців Київського науково-дослідного і проектного інституту містобудування (Бондар, Садовенко, Савченко та ін., 1988), викладені основні положення з формування комплексних зелених зон. Ця авторська праця свідчить про нові підходи до формування *природного каркасу* урбоєкосистеми.

Передусім вважається, що озеленення території міста і його приміської зони необхідно кількісно й якісно об'єднати в нерозривну систему. Все це буде сприяти активному формуванню і оздоровленню міського середовища. Кожний елемент системи озеленення, в свою чергу, має брати участь в організації території міста і формуванні його архітектурно-художнього вигляду, забезпечувати рекреаційні потреби населення, захи-

щати від шуму і пилу, регулювати температурний і вітровий режими, сприяти поліпшенню умов праці і побуту населення.

Багатофункціональність озеленення робить його невід'ємним і необхідним елементом міського середовища, *основою ландшафтної організації населених місць*. На всіх етапах розвитку міста слід брати до уваги аспекти його взаємодії з ландшафтом:

1) **територіально-функціональний**, який включає взаємодію і протиріччя між суміжними різнофункціональними територіями, які регулюються функціональним зонуванням території міста на основі ландшафтного аналізу всіх стикових ділянок;

2) **просторово-композиційний**, коли елементи міста і ландшафту рівноправно беруть участь у формуванні просторових композицій;

3) **динамічного розвитку**, який бере до уваги часовий фактор і дає можливість простежити за змінами архітектурно-планувальної організації міських структур, в тому числі і елементів ландшафту, в часі і просторі.

Комплексна зелена зона міста складається із внутріміської і замиської систем озеленення, об'єднаних між собою соціальними, економічними і екологічними зв'язками. Зелена замиська зона — територія за межами міста, зайнята лісами і лісопарками, яка виконує захисні і санітарно-гігієнічні функції і є місцем відпочинку населення.

Нинішні уявлення про комплексну зелену зону міста дещо інші, ніж на початку формування цієї концепції — в 50–60-х роках (Попов, 1964; Кучерявий, 1981, 1984). Комплексна зелена зона міста — це *науково обгрунтована сукупність територій всередині міста і за його межами, котра включає зелені насадження, водні простори й інші елементи природного ландшафту, які є природним каркасом планувальної структури міста і забезпечують рекреаційні, санітарно-гігієнічні, естетичні та соціальні функції з метою створення здорового оточуючого середовища для праці, побуту і відпочинку населення.*

Виділення і організація КЗЗМ має здійснюватися з урахуванням:

планувального взаємозв'язку лісопаркової і лісогосподарської частин зеленої зони з містом і його планувальною структурою;

одногодинної транспортної доступності (на громадському транспорті) масивів лісопаркової частини і півторагодинної — лісогосподарської частини;

оздоровчого впливу на стан оточуючого середовища міста у випадку підвітряного розташування укрупнених лісових масивів;

доцільності об'єднання в безперервну систему лісів зеленої зони з внутріміськими зеленими насадженнями;

максимальної одночасної відвідуваності населення на 1 га території наявності оздоровчих установ, автомобільних і пішохідних доріг, водойм у лісопарковій госпчастині;

комфортності оточуючого середовища в лісогосподарській частині зеленої зони (чисте повітря, сприятливі кліматичні та акустичні умови тощо).

Для міст чисельністю населення до 1,0–1,2 млн чол. мінімальну ширину заміської зеленої зони (в метрах) розраховують за формулою

$$n = 4,167\sqrt{2400N} - N^2,$$

де N — розрахункова чисельність населення міста, тис. чол.

Перспективне планування розвитку системи зелених насаджень рекомендують здійснювати на підставі генеральних планів і проєктів комплексних зелених зон міст.

Планові показники розвитку КЗЗМ мають відповідати номенклатурі основних структурних елементів міської і заміської територій. Структурні елементи — це об'єкти і ділянки зеленого будівництва та господарства, які становлять номенклатуру КЗЗМ (табл. 11.5).

Таблиця 11.5

Номенклатура структурних елементів КЗЗМ

Основні структурні елементи території	Складові структурних елементів	Функціональна приналежність
1	2	3
	1. Територія забудови	
Парки, сади, сквери, бульвари	ЦПКіВ, міські, районні парки, парки спеціалізовані, ботанічні, зоологічні, виставки, сади, сквери, бульвари (на вулицях і набережних)	Насадження загального користування
Вулиці, дороги, площі	Ділянки зеленого будівництва і господарства швидкісних доріг, магістральних вулиць і доріг, вулиць місцевого значення, периметральної обсади площ, ділянки зеленого будівництва і господарства транспортних розв'язок і автостоянок	Спеціального призначення
Житлові квартали і мікрорайони	Ділянки зеленого будівництва і господарства в житлових кварталах і мікрорайонах без споруд, проїздів, площадок і фізкультурних площадок	Обмеженого користування
Промислові території, санітарно-захисні зони	Ділянки зеленого будівництва і господарства на промислових, комунально-складських територіях, санітарно-захисні зони	Обмеженого користування і спеціального призначення

1	2	3
Інші території	Ділянки зеленого будівництва і господарства закладів і підприємств обслуговування (дитячі дошкільні заклади, загальноосвітні школи, навчальні заклади, заклади охорони здоров'я, будинки-інтернати для пристарілих і інвалідів, фізкультурні і спортивні споруди, заклади культури і мистецтва, підприємства торгівлі, громадського харчування і побутового обслуговування, організації і заклади управління, фінансування і підприємств зв'язку), НДІ, заклади комунального господарства (кладовищ, крематоріїв, квітникарських господарств), лінії високовольтних передач, лісомеліоративні насадження, неугіддя та ін.	Обмеженого користування і спеціального призначення
2. Територія за межами забудови в межах міста		
Лісопарки	Лісопарки, луго-, гідропарки	Загального користування
Міські ліси	Лісові масиви в межах міста	Загального користування
Інші території	Ділянки зеленого будівництва і господарства санітарно-оздоровчих закладів, спортивних комплексів, кемпінгів, будинків пристарілих, смуг відводу автомобільних і залізничних доріг і ін.	Обмеженого користування і спеціального призначення
3. Територія за межами міста в межах зеленої зони		
Лісопарки	Лісопарки, луго-, гідропарки	Загального користування
Ліси зелених зон	Усі види приміських лісів	Різної функціональної приналежності
Автомобільні шляхи	Смуги відчуження під зеленими насадженнями	Спеціального призначення
Залізниці	Смуги відчуження під зеленими насадженнями	Спеціального призначення
Приміські населені пункти	Всі об'єкти і ділянки зеленого будівництва і господарства міста чи смт, якщо по ньому не складається самостійний звіт	Обмеженого користування
Промислові території	Ділянки зеленого будівництва і господарства на промислових, комунальних підприємствах, складах і санітарно-захисних зонах	Обмеженого користування і спеціального призначення

1	2	3
Заклади відпочинку, лікування, туризму, спорту	Ділянки зеленого будівництва і господарства на територіях санаторіїв, будинків відпочинку, пансіонатів, туристичних баз, піонерських таборів, спортивних баз	Обмеженого користування
Полезахисні смуги	Ділянки зелених насаджень, що створюються для захисту полів	Спеціального призначення
Сади і виноградники приміських господарств	Території плодкових культур, виноградників, ягідників, тутовників, хмільників	Спеціального призначення
Сади і виноградники колективів підприємств і закладів	Території садів і виноградників, які належать підприємствам і закладам	Обмеженого користування
Інші території	Всі ділянки зелених насаджень, які не ввійшли в перерахувані вище	Різної функціональної приналежності
4. Території, що не озеленюються		
Сільськогосподарські землі Водойми	Поля, луки, городи Ріки, озера, ставки, водосховища, канали, крім тих, які увійшли в об'єкти і ділянки зеленого будівництва і господарства	
Інші території	Неугіддя, непридатні для озеленення землі спецпризначення	

Перспективне планування розвитку КЗЗМ здійснюють на підставі затверджених містобудівельних документів з урахуванням наявності територіальних і матеріальних ресурсів.



12

ЗДОРОВ'Я УРБООКОСИСТЕМИ І ПРОБЛЕМИ ФІТОМЕЛІОРАЦІЇ

12.1. ЗДОРОВ'Я МІСЬКОЇ ЕКОСИСТЕМИ

У біохімічному кругообігу людська популяція, як і всі інші популяції живого світу, є звичайним ланцюгом, через який проходять хімічні елементи періодичної таблиці. Існує лише одна різниця між нею і оточуючим її живим світом: людська популяція продукує хімічні елементи, запускаючи їх свідомо чи несвідомо в це, прямо скажемо, порочне коло. Якщо її німі "побратими" мовчки гинуть у цьому колі, то вона все голосніше й голосніше заявляє про своє право захисту власного життєвого середовища.

Як відомо, інтегральним показником якості оточуючого середовища є стан здоров'я населення. Серед екологічних факторів, від яких залежить цей показник, крім природних (геомагнітна і сонячна активність, клімат, геохімічний склад ґрунту і води) та соціальних (рівень і якість праці та відпочинку, спосіб життя, психоемоційний стан, шкідливі звички), все частіше називають антропогенний, особливо урбогенний фактор (зміна структури і функції міських біогеоценозів (екосистем), перетворення міст у "паразита біосфери" (Ю. Одум), забруднення навколишнього середовища продуктами цивілізації).

Здоров'я міської екосистеми і її повноправного члена — людини — залежить від стану трьох основних підсистем — власне *природної* (біогеоценотичний покрив з його рослинністю і тваринним світом, включаючи і людину), *соціальної* (суспільні стосунки, спосіб життя, культура тощо) і *технічної* (створене людиною техногенне середовище: будівлі, споруди, мощення, машини, механізми). "Здоровою" можна вважати таку міську

екосистему, в якій зв'язки між згаданими підсистемами мають суплетивний, або ж компенсаційний (Костровицький, 1979) характер.

Розглянемо детальніше рівні системних зв'язків, які характеризують стан міської екосистеми.

Суплетивні зв'язки (++) забезпечують взаємодію підсистем, піднімають їх на вищий організаційний рівень. У даному випадку можна говорити про гармонійні зв'язки між соціальною, технічною та природною підсистемами. Прикладом такого стану можуть бути окремі міста-курорти — Трускавець, Ялта (Україна), Закопане (Польща), де переважає оздоровча функція. В таких містах, як правило, багато зелені, яка й творить повноцінні біотопи та біогеоценози (екосистеми). Такі зв'язки властиві також невеликим містам — Самбір, Дрогобич (Україна), Замосць, Перемишль (Польща).

Компенсаційні зв'язки (OO) відшкодовують завдані підсистемами втрати, а отже, помітно не знижують організаційний рівень підсистем, особливо природної. Така ситуація складається у середніх містах — Луцьк, Тернопіль, Івано-Франківськ, Ужгород (Україна), Жешув, Ярослав (Польща), які намагаються компенсувати втрати природної підсистеми, спричинені забудовою і замощенням, створенням природного культурного ландшафту. В цілому у цих містах здорове середовище і невисокий рівень захворюваності населення.

Редуційні зв'язки (-++) сприяють заміні порушених зв'язків їх елементів іншими, що перебувають поза природною підсистемою. Як правило, характерні для великих столичних та обласних міст з їх державними (бюджетними) привілеями. Тут розвинені система озеленення, шгучне обводнення територій, сади на дахах і контейнерні посадки зелені. Створення цих зв'язків вимагає значних коштів і зусиль. “Здоров'я” екосистеми, як і людської популяції, залежить від стану соціальної підсистеми (фінанси, суспільно-політична ситуація, еміграція тощо).

Деструктивні зв'язки (- -) — під дією ланцюгів зворотного зв'язку порушують функціонування взаємодіючих підсистем, причому залежно від інтенсивності і зворотності явищ виникають стани, які поділяють на деградації, дегенерації, дисфункції та декомпозиції.

Деградації — система переходить з вищого рівня організації на нижчий, залишаючи можливості для виконання своїх функцій. Це стан, при якому протікають незворотні процеси, які ведуть до виродження природної підсистеми. Він характерний для промислових міст, в яких вживають заходи інженерно-технічного та природо-охоронного характеру, спрямовані на зменшення та очищення викидів в атмосферу, воду та ґрунт. У

виладку припинення дії цих заходів система може перейти ще на нижчі рівні організації — дегенерації чи дисфункції. В такому стані, наприклад, перебувають міста Кривий Ріг чи Маріуполь (Україна), Пулава чи Нова-Гута (Польща).

Оскільки тут спостерігаються часті неконтрольовані викиди, яких достатньо для одноразових ушкоджень природної підсистеми, говорити можна лише про середні показники стану системи. Якщо йде мова про людську популяцію, то її здоров'я може залежати навіть від разових акцій технічної підсистеми.

Дегенерації — стани, при яких відбуваються незворотні процеси, що ведуть до виродження природної підсистеми або ж до її гіпертрофії (наприклад, явища евтрофікації у водоймищах ТЕЦ чи АЕС). У такому стані перебувають міста Дніпродзержинськ, Лисичанськ (Україна). Велика кількість хімічних елементів, зокрема важких металів, включених у хімічний кругообіг, загрожують здоров'ю людської популяції.

Дисфункції — стани, при яких компоненти природної підсистеми не виконують своїх функцій. Земля втратила свою родючість, ріки перетворилися в каналізаційні колектори закритого або відкритого типу, деревна рослинність або зовсім відсутня або ж має хирлявий вигляд, фауна представлена лише окремими адаптованими або прийшлими видами. Стосовно ж повітря, то воно виконує зовсім нову функцію — постачання в органи дихання рослин і тварин, а також людини газових і пилових домішок забрудненої промисловістю і транспортом атмосфери. Такі міста перебувають у стані екологічної кризи (в колишньому СРСР їх налічувалось близько 500). В них відомі численні приклади екологічно зумовлених захворювань (Тимченко, Сердюк, 1996).

Декомпозиції є результатом порушення просторової структури, що веде до меншої просторової взаємообумовленості. Таку ситуацію створюють терикони, а також щільна висотна забудова, які деформують природний простір, зменшуючи або ж зовсім гублячи його оптичні можливості. Просторові зміни ведуть також до формування специфічного мезоклімату, нетипових для рівнини гірсько-долинних вітрів, зниження комфортності.

12.2. ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ

Місто, якому властиві деструктивні зв'язки, є джерелом негативного впливу на прилеглі місцевості, що теж поступово урбанізуються. Тому важливим є постійна увага до оздоровлення міських екосистем (урбоєко-систем). Ці проблеми і вивчає *урбоєкологія* — наука про міські біогеоце-

нози, їх структуру і динаміку, генезис і функціонування окремих компонентів і екосистем як цілого, яка стала теоретичною базою для розвитку молодій науковій дисципліні — фітомеліорації (Кучерявий, 1991). Праці українських вчених Г.М. Висоцького, Б.Ю. Бяловича, О.Л. Бельгардта, О.О. Лаптева, присвячені перетворювальній функції рослинності, розкривають закономірності цього надзвичайно складного біосферного процесу. Міська рослинність (автотрофний блок біогеоценозу) змінює геофізичний і геохімічний режими усієї екосистеми, що позитивно позначається на розвитку людської популяції.

Виходячи з цих уявлень, фітомеліорація міських ландшафтів є дією, спрямованою на формування фітоценотичного покриву — автотрофного блоку конкретного біогеоценозу і урбоекосистеми міста в цілому. Ця перетворювальна дія фітоценозів-продуцентів веде до перебудови решти компонентів біогеоценозу: фітомеліоранти (рослини) збуджують до дії зоомеліорантів (угруповання гетеротрофних тварин) та протомеліорантів — гетеротрофів-редуцентів (угруповання мікроорганізмів і бактерій, актиноміцетів, грибів, найпростіших тощо). Об'єктивні процеси перетворень, які відбуваються в невідпинному ході коеволуції (взаємодії біотичних компонентів біогеоценозу), належать до числа необхідних внутрішніх зв'язків біосфери. Порушення перебігу перетворювальних функцій призводить до неузгодженості і дезорганізації біогеоценозів як системи (лісова деградаційна рекреація, переосушення, перезволоження та засолення земель, лінійна і площинна ерозії, інтенсивне поширення площі мертвої підстилаючої поверхні в містах, і, нарешті, девастовані території — терикони, кар'єри, звалища). *Прогресивна перетворювальна функція фітоценозу (а загалом і всього біогеоценозу) є об'єктивним процесом розвитку біологічної системи, корисної з позиції людини.* Тому, включаючи в фітомеліоративну систему природні фітоценози або створюючи їх штучним шляхом, слід добре знати закономірності біогеоценотичного розвитку і сприяти прогресу біосфери, не допускаючи регресу.

Враховуючи екологічні та соціальні функції фітомеліоративного процесу, виділяють шість напрямків фітомеліорації: меліоративну (за Г.М. Висоцьким, “за межної партиненції”), інженерно-захисну, сануючу, рекреаційну, етикоестетичну та архітектурно-планувальну. Меліоративний напрямок забезпечує підвищення меліоруючої ефективності фітоценозу, спрямованої на “поліпшення” едафотопу, кліматопу та біотичних компонентів — зооценозу і мікробіоценозу.

Водночас відбувається “самополіпшення” того ж таки фітоценозу. Це може робити сама природа (саморегулювання), а може здійснюватися за

допомогою людини (керовані біогеоценози: плантації, газони, квітники, сади, польові культури тощо).

Інженерно-захисна фітомеліорація з перевагою латерально-активної функції спрямована на протидію різним геофізичним потокам, зокрема: а) нітросніговим; б) вітропиліощаним; в) вітропиліодимовим; г) вітроводопіщаним; д) водним; е) водно-грунтовим. Кожному з цих латеральних потоків відповідають різні методи і способи фітомеліоративних заходів.

Сануюча фітомеліорація виконує санітарно-гігієнічні функції — кисневиділяючі, фільтруючі, фітонцидні, іонізуючі, шумопоглинаючі тощо. Найвищою сануючою фітомеліоративною ефективністю відрізняється висока зелень лісів і парків (деревні посадки).

Рекреаційна фітомеліорація пов'язана з використанням рослинного покриву міст і приміських зон для відпочинку населення: лісопарки, парки, лугопарки, гідропарки, сади і сквери, набережні і бульвари. Сюди також належить і зелень колективних садів і городів, де праця поєднана з фізичним і психологічним відпочинком людей, які часто страждають від гіподинамії.

Етико-естетична фітомеліорація базується на досягненнях фітодизайну, виховує в населення високу духовність, розвиває естетичні смаки.

Архітектурно-планувальна фітомеліорація забезпечується системою озеленення міст. В Україні ця система озеленення одержала назву *комплексної зеленої зони міст і робітничих селищ*. Генеральні плани міст мають створюватися з урахуванням підвищення фітомеліоративної ефективності усієї міської і заміської зелені, тим більше, що сьогодні існують методики підрахунку фітомеліоративного ефекту різних типів рослинного покриву.

12.3. УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Забезпечення нормальної екологічної ситуації у великих містах полягає в екологічному балансі міста і оточуючого середовища, чого можна досягти лише в тому випадку, коли загальний обсяг антропогенного навантаження міста на оточуюче середовище (АНr) буде меншим або дорівнювати екологічному ресурсу території Er (тобто $АНr \geq Er$). Під екологічним ресурсом розуміють (Вишаренко, 1990) *обсяг хімічного, фізичного і біологічного впливів, які нейтралізуються міськими біогеоценозами (екосистемами) без шкоди для себе.*

Баланс між блоками “антропогенний прес” і “екологічна ємність” можна досягти шляхом розподілу плям концентрації забруднень на території

міста і приміської зони. Необхідним інструментом управління якістю оточуючого середовища служить екологічна карта системи місто — регіон, яка враховує не лише загальні, але й локальні екологічні характеристики (Вишаренко, 1990).

Аналіз концентрацій забруднень в окремих зонах міста дає можливість враховувати зміни середнього рівня забруднення

$$\sum_{i=1}^n = C_i / n,$$

де n — кількість вузлів розрахункової сітки в зонах із підвищеним рівнем забруднення, яке береться *const* за варіантами; C_i — значення концентрацій у вузлах розрахункової сітки (Беккер, Рєзніченко, 1990). Із використанням розрахункових значень концентрації домішок в усіх вузлах розрахункової сітки можна здійснювати вибір зон спостережень за здоров'ям населення за сумарним гігієнічним показником якості повітря $K_{\text{сум}}$:

$$K_{\text{сум}} = \sum (C_i / \text{ГДК}_i + \dots + C_n / \text{ГДК}_n),$$

де C_i, C_n — концентрації окремих забруднювачів, які присутні в атмосфері повітря; ГДК — гранично допустимі концентрації;

Як свідчать автори, значення сумарного показника забруднення, розрахованого за окремими домішками, суттєво відрізняється в окремих районах міста. Водночас, незважаючи на те, що значення $K_{\text{сум}}$ розраховане лише за значеннями концентрацій основних забруднювачів, вони певною мірою характеризують загальний стан забруднення, оскільки опосередковано враховують вклад мікроелементів та інших домішок, викиди яких пов'язані з використанням органічного палива.

Крім розрахункових методів для контролю за рівнем забруднення атмосферного повітря використовують експериментальні методи спостережень на стаціонарних і пересувних постах, автоматичних станціях.

Здійснюючи екологічне картування, враховують фактори, які формують локальні екологічні характеристики, об'єднані в три блоки: *інтенсивність антропогенного навантаження* (ІАН); *щільність потенційних жертв забруднення* — постійного й денного населення, природних об'єктів, зон відпочинку (П); *фактори, які поліпшують екологічну ситуацію у даному місці* (зелені зони, водоймища, рекреаційні зони), що становлять активну частину екологічного ресурсу території ($EP_{\text{акт}}$). Усі фактори, які оцінюють в балах, сумують у межах кожного блоку, причому значення кожного з них визначається за середньоарифметичною сумою інтенсивності фактора в кращій чи гіршій точці квадрата географічної сітки. Далі суму балів третього блоку віднімають від суми балів першого, а отриману різницю множать на суму балів другого блоку:

$$[AH(f_1+f_2+ \dots +f_n)EP_{\text{акт}}(f_1+f_2+ \dots +f_n)]П(f_1+f_2+ \dots +f_n).$$

Отже, чим більша сума балів, тим гостріша ситуація у даній точці. На думку В.С. Вишаренка, наявність комп'ютеризованої екологічної карти місто — регіон відкриває великі можливості для активного використання економіко-математичних методів в галузі охорони довкілля. Оскільки зниження єдиної бальної оцінки екологічного благополуччя можна досягнути багатьма способами, то тут відкриваються можливості оптимізації використання засобів, які вкладаються в екологічні заходи.

Виходячи з необхідності досягнення екологічного балансу системи місто — регіон, пропонується два основних напрямки екологічної діяльності: 1) *заходи, спрямовані на зменшення антропогенного навантаження*; 2) *заходи, спрямовані на підтримку чи збільшення екологічних ресурсів території*.

Вважають, що єдиним ефективним засобом може бути механізм, який автоматично впливатиме на економічні показники підприємства залежно від екологічних характеристик його діяльності. В основу цього механізму покладено не стільки плату за забруднення ("забруднюй, якщо платиш"), скільки жорсткі нормативи питомого забруднення оточуючого середовища на вартість продукції (у грн). Введення таких нормативів для кожної галузі буде активно стимулювати зниження рівня забруднення оточуючого середовища кожним підприємством.

Згідно з цим підходом (Вишаренко, 1990), забруднення довкілля буде зменшуватися за рахунок таких заходів: 1) *зменшення матеріало- і енергоємної продукції* (економія 1 кВт-год електроенергії запобігає забрудненню середовища, яке виникає при спалюванні 300 г умовного палива); 2) *впровадження маловідходних технологій*; 3) *вдосконалення очисних установок*.

Норматив питомих збитків своєрідного пресу на одиницю продукції має визначатися із урахуванням найпередовішої технології за кожним i -м інгредієнтом шкідливих речовин. У випадку зміни технології або вибору альтернативних технологій даній екологічний прес можна записати у вигляді формули (Вишаренко, 1990):

$$Y_b(H)_j = \sum_{i=1}^n M_i Y_{Mij} + EY_{ej} + TY_{zj},$$

де $\sum M_i Y_{Mij}$ — питомі втрати, зумовлені виробництвом матеріалів, необхідних для впровадження даної технології; EY_{ej} — збитки, пов'язані із виробництвом одиниці i -го матеріалу, який використовується для виробництва продукції; M_i — кількість i -го матеріалу, який використовують у даному

ристування, лісокористування, водокористування, викиди в природне середовище); 3) природоутворюючі, з допомогою яких збільшуються екологічні ресурси території. Ці заходи можуть бути як біологічного характеру (посадка лісу в місцях, де їх раніше не було, зокрема, на рекультивованих землях, посадка прибережної рослинності на берегах річок і водоймищ), так і технічного штучного обводнення міських територій, наприклад у Мінську, а також примусова аерація води.

Як зазначає В.С. Вишаренко (1990), у великих містах склалося екологічне антагоністичне протиріччя між екоємними (інтенсивно забруднюючими середовище) і екофільними (тими, що вимагають надзвичайно чистого середовища) виробничими технологіями (наприклад, машинобудування — приладобудування). Наявність у містах високих рівнів забруднення повітря, шумів і вібрацій, незважаючи на досить дорогі заходи щодо забезпечення чистоти в цехах, веде до надзвичайно високої питомої ваги бракованої продукції, навіть при досить високих допусках (значно нижчих за світові). Наприклад, відсоток браку на виробництві елементної бази для електроніки в Санкт-Петербурзі сягає 99% (за світовим рівнем кондеційності — 100%). Внаслідок цього екофільні виробництва слід переносити із великих міст в окремі екологічно чисті зони, віддалені від вогнищ забруднення. Одночасно з міст слід вилучати і екоємні підприємства з метою відновлення балансу містоприродного середовища та поліпшення здоров'я міських популяцій, передусім людської. Альтернативою таким виробництвам можуть бути виробництва з так званими нейтральними технологіями; кінцевої доводки, складання і обробка продукції з малою матеріало- і енергоємністю, наукоємного виробництва тощо.

Зазначені заходи пом'якшать транспортне навантаження в містах. Крім цього слід ширше використовувати маршрутний електротранспорт, енерго- і тепловиробництво розміщати за межами міста. Особливу увагу необхідно звернути на доставку в місто готової продукції, яка б не збільшувала кількості твердих відходів, а їх збір і переробка мали б носити закритий характер.

До екологічних заходів, пов'язаних із поліпшенням умов життя мешканців міст, належать системи обов'язкової очистки і кондиціонування повітря в житлових приміщеннях та на місцях праці, ліквідація газових плит і заміна їх електричними, введення шумопоглинаючих будівельних матеріалів і покриттів тощо.

ЛІТЕРАТУРА

- Бабьєва І.П., Зєнова Г.М. Биология почв. — М: Изд-во МГУ, 1989. — 336 с.
- Бочкарєва Т.В. Экологический "джин" урбанизации. — М: Мысль, 1988. — 268 с.
- Вєриадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружение. — М: Наука, 1987. — 338 с.
- Владимиров В.В. Урбоэкология. Курс лекций. — М: МНЭПУ, 1999. — 204 с.
- Владимиров В.В., Миклушина Е.М., Ярина З.Н. Город и ландшафт. — М: Мысль, 1986. — 236 с.
- Гєнєірук С.А., Кучєрийвий В.О., Гайдарова А.И., Бондарєнко В.Д. Зелєні скарби України. — К: Урожай, 1991. — 132 с.
- Глазычев В.Д. Социально-экономическая интерпретация городской среды. — М: 1984. — 180 с.
- Голубєц М.А. Актуальные вопросы экологии. — К, 1982. — 155 с.
- Голубєц М.А. Місто як екологічна і соціальна проблема // Вісн. АН УРСР. — 1989, № 12. — С. 47–58.
- Голубєц М.А. Від біосфери до соціосфери. Львів, 1997. — 256 с.
- Григорян А.Г. Ландшафт современного города. — М: Стройиздат, 1986. — 136 с.
- Доценко И.И. Воздушная среда и здоровье. — Львов: Вища школа, 1984. — 102 с.
- Дюбильо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. — М: Прогресс, 1968. — 254 с.
- Зукотт Г., Эльберс Г., Маттес Т. Изучение экологии урбанизированных территорий (на примере Западного Берлина) // Экология. — 1981, № 2. — С. 15–20.
- Клауснітцер Б. Экология городской фауны. — М: Мир, 1990. — 246 с.
- Кондратюк Е.П., Тарабрин В.П., Баклаиов В.И. и др. Промышленная ботаника. — К: Наукова думка, 1980. — 257 с.
- Корбюльє Ас. Планировка города. — М: Прогресс, 1977.
- Куряцєвка М.П. Екологічність життєдіяльності деревних порід в урбогенних умовах великих міст (на прикладі м. Львова). — Львів: УкрДАТУ, 2001. — 19 с.
- Кучєрийвий В.П. На зелєних орбітах Львова. — Львів: Каменяр, 1972. — 107 с.
- Кучєрийвий В.А. Зеленая зона города. — К: Наукова думка, 1981. — 247 с.
- Кучєрийвий В.А. Природная среда города. — Львов: Вища школа, 1984. — 144 с.
- Кучєрийвий В.А. Урбоэкологические основы фитомелиорации. Ч.І. Урбоэкология. — М: ИТ "Информация", 1991. — 357 с.
- Кучєрийвий В.А. Урбоэкологические основы фитомелиорации. Ч.ІІ. Фитомелиорация. — М: ИТ "Информация", 1991. — 288 с.
- Ландсбєрг Г.Е. Климат города. — Ленинград: Гидрометиздат, 1983. — 248 с.
- Литєв О.О. Екологічна оптимізація біогеоценотичного покриву в сучасному урболандшафті. — К: Укр. екол. акад. наук, 1998. — 208 с.
- Мишинский А.О. Озеленение городов. — М: Изд-во АН СССР. — 256 с.
- Мишинский А.О. Город и природа. — М: Стройиздат. — 225 с.
- Одум Н. Экология. Т. 1. — М: Мир, 1986. — 328 с.
- Періцк Е.Н. География городов (геоурбанистика). — М: Высшая школа, 1991. — 19 с.
- Погрєбийк П.С. Ландшафтознавство і екологія // Геохімія ландшафтів. — К, 1975. — С. 3–16.
- Смит У.Х. Лес и атмосфера. — М: Прогресс, 1985. — 429 с.
- Свінцицький З.Н., Каржева А.Т. Город сегодня и завтра. — К: Изд-во полит. лит-ры Украины, 1987. — 197 с.
- Скробіла В.М. Вплив фітоценотичної структури міських насаджень на гідрологічний режим та сповільнення ерозійних процесів. Автореф. дис. канд. с.-г. наук. — Львів: УкрДАТУ, 1996. — 23 с.
- Урбоэкология. — М: Наука, 1990. — 240 с.
- Экология урбанизированных территорий. — Казань: Изд-во Казанского Университета, 1987. — 102 с.
- Яшицкий О.И. Экологическая перспектива города. — М: Мысль, 1987. — 278 с.
- Beatley T. Green Urbanism. — Washington: Island Press, 2000. — 419 s.
- Sukopp H. Stadtköologie das Beispiel Berlin. — Berlin: Dietrich Reimer Verlag, 1990. — 455 s.
- Sukopp H., Wittig R. Stadtköologie. — Stuttgart: G.Fisher, 1993. — 402 s.