

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

ЧАЙКА В.М., РУБЕЖНЯК І.Г., МІНЯЙЛО А.А.

**ЕКОЛОГІЯ МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ
(УРБООЕКОЛОГІЯ)
Підручник**

Київ – 2017

УДК 504.064.2
ББК 28.081 Я 73
Ч 15

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ**

ЧАЙКА В.М., РУБЕЖНЯК І.Г., МІНЯЙЛО А.А.

**ЕКОЛОГІЯ МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ
(УРБООЕКОЛОГІЯ)**

Підручник

Рекомендовано до друку Вченою радою НУБіП України як навчальне видання для студентів вищих навчальних закладів (протокол № 4 від 22.11.2017 р.).

Рецензенти:

Стригун О.О., доктор сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників Інституту захисту рослин НААНУ

Ткаленко Г.М., доктор сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії мікробіологічного методу захисту рослин Інституту захисту рослин НААНУ

Гайченко В.А., доктор біологічних наук, професор кафедри екології агросфери та екологічного контролю НУБіП України

У підручнику подані основні поняття урбоекотології, аналізуються екологічні проблеми водного середовища міста, розглядаються загальні принципи системи водовідведення і очищення стічних вод, особливості поверхневого стоку з міської території й територій промислових підприємств, процеси формування якості поверхневих вод, висвітлено антропогенні зміни рельєфу та ґрунтів міста, актуальні заходи із збереження ґрунтового шару при інженерно-будівельній діяльності. Особливу увагу приділено якості повітряного середовища міста. Аналізуються основні джерела утворення викидів забруднюючих речовин, особливості антропогенного і урбанізованого ландшафту, функціонування комплексних зелених зон міста, порівняльна характеристика антропогенного і урбанізованого ландшафту, функціонування комплексних зелених зон міста, принципи фітомеліорації міського середовища, шляхи й закономірності формування флори й фауни міст.

Рекомендовано для підготовки фахівців зі спеціальності 101 – «Екологія» в аграрних вищих навчальних закладах України III-IV рівнів акредитації.

Київ – 2017

ЗМІСТ

Передмова	6
1. Основні поняття урбоекології	10
1.1. Міста і історія людства	14
1.2. Поняття урбанізації	17
1.3. Модель зростання міст	22
1.4. Об'єкт, предмет та завдання урбоекології	26
1.5. Переваги міського життя	30
2. Водне середовище міста	33
2.1. Показники якості природних вод	33
2.2. Санітарно-хімічний аналіз природних вод	35
2.3. Водні об'єкти міст та їх використання	39
2.4. Охорона природних джерел. Зони санітарної охорони водозаборів	45
2.5. Підземні джерела водопостачання	54
2.6. Нормування якості природних вод водоймищ питного, культурно-побутового і рибогосподарського призначення	56
2.7. Вимоги до якості питної води	64
2.8. Основні етапи підготовки води	69
2.9. Класифікація систем водопостачання	78
2.10. Схеми водопостачання населених пунктів	79
3. Підземні води	84
3.1. Підземні води: характеристика, склад і використання	84
3.2. Антропогенний вплив на підземні води	91
3.3. Живі організми підземних вод	97
3.4. Охорона підземних вод	99
4. Охорона водних ресурсів і очищення стічних вод міст	105
4.1. Охорона водних об'єктів міста	105
4.2. Характеристика стічних вод міста	111
4.3. Спостереження за забрудненням поверхневих вод	115
4.4. Основні шляхи й методи очищення стічних вод	122
4.5. Системи водовідведення міст	124
4.6. Міські очисні споруди	130
4.7. Системи очищення каналізаційних стоків окремих будинків	134
4.8. Методи очищення виробничих стічних вод	135
5. Атмосфера міста	140
5.1. Визначення, склад, структура і функції атмосфери	140
5.2. Будова атмосфери	142
5.3. Характеристика забруднюючих атмосферу речовин і класифікація джерел забруднення	144
5.4. Закономірності поширення забруднень в атмосферному повітрі	147
5.5. Забруднення атмосфери міста	153

5.6.	Смог і його типи	160
6.	Заходи щодо захисту повітряного басейну	165
6.1.	Санітарно-захисні зони	165
6.2.	Архітектурно-планувальні заходи	167
6.3.	Інженерно-організаційні заходи	169
6.4.	Маловідходні та безвідходні технології	169
6.5.	Технічні засоби і технології очищення викидів	170
6.6.	Мікроклімат міста	171
7.	Ґрунти міського середовища	179
7.1.	Склад та структура міських ґрунтів	180
7.2.	Ґрунт і його основні характеристики	182
7.3.	Хімічний склад міських ґрунтів	194
8.	Забруднення ґрунтів міста	207
8.1.	Класифікація забруднення ґрунтів міста	208
8.2.	Просторове забруднення міських ґрунтів	213
8.2.1.	Материнська гірська порода	213
8.2.2.	Пил	215
8.3.	Лінійне забруднення ґрунтів	219
8.3.1.	Забруднення автотранспортом	219
8.3.2.	Забруднення ґрунтів залізничним транспортом	223
8.3.3.	Міські інженерні мережі	224
8.3.4.	Повені в алювіальних (наносних) заплавах річок	228
8.4.	Вплив садової та сільськогосподарської діяльності на міські ґрунти	229
8.4.1.	Добрива та міські ґрунти	229
8.4.2.	Використання осаду стічних вод	233
8.5.	Вплив міста на ґрунти	235
8.5.1.	Занедбані землі	236
8.5.2.	Території промислових аварій	238
8.5.3.	Техногенні відкладення на поверхні землі	242
9.	Антропогенні ґрунти	247
9.1.	Штучні ґрунти	249
9.2.	Антросолі	251
9.3.	Техногенні ґрунти (техносолі).	255
9.4.	Екологічна роль міських ґрунтів	259
9.5.	Антропогенне руйнування земельних угідь і їх рекультивация	260
10.	Зелена зона міста	265
10.1.	Забруднення атмосфери і проблеми формування зелених насаджень	265
10.2.	Роль зелених насаджень в оздоровленні довкілля	274
10.2.1.	Атмосфероочисна функція деревних рослин	275
10.3.	Нормативні показники зеленої території міста	282

10.3.1. Типи зелених територій міста	286
10.3.2. Зелені насадження загального користування	287
10.3.3. Зелені насадження обмеженого користування	290
10.3.4. Насадження спеціального призначення	292
10.4. Роль зелених насаджень в охороні навколишнього середовища міста	293
10.4.1. Атмосфероочисна функцій деревних рослин	296
10.4.2. Вплив деревних насаджень на мікроклімат і санітарно-гігієнічні умови міста	300
10.5. Завдання докорінного поліпшення комплексного озеленення міст і селищ в Україні	312
11. Фітомеліорація міського середовища	315
11.1. Вплив урбогенних факторів на життєвість вуличних насаджень	315
11.2. Акумуляція свинцю фотосинтезуючими органами деревних рослин	319
11.3. Аналіз видового складу та стан деревних рослин у вуличних насадженнях (на прикладі м. Києва)	325
11.4. Еколого-технологічні і біологічні засади оптимізації формування вуличних насаджень	331
11.5. Класифікаційна характеристика фітомеліоративних систем окремих ландшафтів	342
11.6. Корисні властивості рослин, використовуваних у складі міських і приміських зелених насаджень	347
11.7. Обґрунтування порайонного асортименту дерев і кущів для озеленення міст і селищ в Україні	350
11.8. Принципи добору рослин для створення насаджень у районах розміщення промисловості	354
11.9. Приклади впроваджених розробок з ландшафтного формування озеленюваних територій міст і промислових підприємств	357
11.10. Хімічні засоби регулювання росту рослин у технології створення міських зелених насаджень	369
11.11. Ландшафтна реконструкція приміських лісових насаджень	375
11.12. Концепція формування міських зелених насаджень у сучасних умовах	378
12. Міські ландшафти	386
13. Структура міста і фауна	398
14. Походження і склад міської фауни	444
14.1. Реліктові види	444

14.2. Адвентивні види	444
14.3. Середземноморські види	446
14.4. Епілітні види	450
14.5. Троглобіонти	455
14.6. Домашні тварини	456
14.7. Заселення тваринами гемерохорних рослин	456
15. Синантропія і урбанізація	461
15.1. Наслідки ізоляції міських острівних місцеперебування	467
15.2. Урбаністичні градієнти	468
15.3. Число видів	470
15.4. Чисельність	472
15.5. Біомаса	472
15.6. Екологічні групи і географічне розходження	472
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	474

ПЕРЕДМОВА

До найбільш характерних рис розвитку людської цивілізації належить урбанізація, що проявляється у зростанні населення міст і відповідному зменшенні чисельності сільського населення. Ця фаза розвитку людства, яку можна назвати індустріально-міською, триває всього 200-300 років, а техногенне перетворення ландшафтів у містах досягло вже критичного рівня. На початку ХХ ст. в містах проживало 13% населення Землі, в середині століття – 28%, а на початку ХХІ ст. – вже близько 50%. Швидко зростає число міст-мільйонерів, а чисельність жителів в найбільших з них (мегаполісах) сьогодні становить: в Мехіко – 27,5 млн., Шанхаї – 25,8, агломерації Токіо-Йокогама – 23,8, Пекіні – 22,8, Сан-Паулу – 21,5, агломерація Нью-Йорку – 20,6 млн. У великих містах зараз проживає більшість міського населення. В Україні, наприклад, міське населення становить 68%. Більше третини (33,7%) всіх міських жителів України зосереджена в чотирьох областях: Донецькій, Луганській, Дніпропетровській і Запорізькій. Разом із навколишніми передмістями Київ утворює Київську агломерацію із сукупним населенням, за різними оцінками, від 3,4 до 5 млн. мешканців.

Показник урбанізації країни чи регіону – відсоток населення, яке проживає в містах. В даний час найбільш урбанізованими є Сінгапур і Гонконг (міста-держави), Великобританія (92% населення проживає в містах), Кувейт (91,5), Ізраїль (90), Австралія (85), Швеція (83%). Найменші показники урбанізованості (9,7-10%) в країнах Африки і Південної Азії.

В Україні нараховується 436 міст і 925 селищ міського типу. Показник урбанізації становить близько 67%, тобто кожні два жителі з трьох проживають в містах.

Як же пояснюється нестримне зростання міст, особливо великих? Чому люди тягнуться до міста? Вчені вважають, що це обумовлено

насамперед соціально-економічними чинниками. У великих містах сконцентровано матеріально-технічне виробництво, вони є місцями накопичення і розподілу речовини, енергії та інформації, центрами духовного життя суспільства. У великих містах створюються кращі можливості для задоволення індивідуальних матеріальних і духовних запитів, причому чим більше місто, тим ширше спектр послуг, які воно може надати людині.

Екологія міських екосистем (урбоекологія – від лат. *Urbs* – місто) – наука про взаємозв'язки та взаємодію у часі й просторі двох систем – міської (її соціальної, технічної, енергетичної, інформаційної, адміністративної підсистем) і природної, а також про ноосферне управління екосистемою. Урбоекологія є розділом екології людини, який розглядає місто як єдиний складно влаштований організм, який активно обмінюється речовиною та енергією з оточуючими його природними та сільськогосподарськими територіальними комплексами та іншими містами.

Об'єкт вивчення урбоекології – міські біогеоценози. Урбоекологія розглядає урбанізацію не лише як об'єктивний історичний процес зростання ролі міст у розвитку цивілізації, а й як процес перебудови всього середовища проживання людини, тобто спираючись на екологічний підхід, згідно з яким місто є складним організмом у системі зв'язків між елементами, які його утворюють, та «зовнішнім» соціальним і природним середовищем.

Ніде суперечність між людиною і природою не досягає такої глибини, як у великому місті. Причому чим більше місто, тим більшої шкоди воно завдає. Хімічні речовини, що містяться у різноманітних викидах великих міст (наприклад, важкі метали), включаються в глобальний кругообіг і випадають на поверхню Землі аж до льодовиків Антарктиди і Гренландії. Але найбільш істотний вплив міста чинять на

своє безпосереднє оточення. Будь-яке місто неповторне й оригінальне не тільки по своїй архітектурі і місцевому розташуванні, але і по особливостях виробництва (поєднанню окремих галузей) і своїми транспортно-економічними зв'язками.

Головна мета урбоекології полягає у пошуку шляхів і розробки рішень у рамках містобудування та заходів, направлених не тільки на забезпечення прийнятних гігієнічних та інших умов життя населення, але й одночасно з цим – на всебічну раціоналізацію природокористування в межах даної території.

Область застосування урбоекології досить широка, вона спрямована на вирішення цілого ряду проблем у сфері взаємодії біосфери і її окремих елементів з урбаністичними структурами регіонального і локального рівня – системами розселення, мережею населених місць, приуроченої до різних природно-економічних зон, а також з найбільш великими містобудівними підсистемами – рекреаційними, соціального обслуговування, інженерно-технічними та ін. Найбільше значення в якості методологічної основи вирішення завдань з охорони навколишнього середовища урбоекологія має в комплексних науково-проектних роботах з регіонального розселення, районного планування, містобудування. Вона тісно пов'язана з гігієною, географією, низкою технічних дисциплін, охороною природи, загальною екологією тощо, і використовує властиві їм методи і підходи. Гігієнічні дослідження урбоекології спрямовані головним чином на отримання кількісних критеріїв, які характеризують оптимальність того чи іншого екологічного чинника з точки зору здоров'я людини шляхом обліку гранично-допустимих концентрацій (ГДК) речовин, що забруднюють водний і повітряний басейн і ґрунтово-рослинний покрив, гранично-допустимих викидів (ГДВ), а також інших найважливіших показників в якості обмежень, критеріїв зонування тощо.

Урбоекологія використовує закони екології, які необхідно враховувати при розгляді взаємодії урбанізованого і природного середовищ, а також методи ландшафтознавства, оскільки його об'єктами є цілісні природні і природно-господарські комплекси, що характеризуються взаємодією своїх компонентів.

1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ УРБОЕКОЛОГІЇ

Половина людського населення в даний час живе в міських районах, причому ця частка стрімко зростає. Наступні два мільярди людей будуть міськими, причому половина з них приєднається до міської бідноти. Наскільки гостинним буде наш міський простір, наша планета в майбутньому?

Сьогодні добре помітно, що, по-перше, урбанізація – «міське цунамі», стрімко і потужно проноситься по Землі. По-друге, природні системи деградують – спостерігається дефіцит якісної прісної води, рівень біорізноманіття планети падає, клімат змінюється, шар ґрунту рідшає, незабруднені місця знайти все складніше. Потужно розвиваються глобальні екологічні проблеми. Рішення таких проблем вимагає розуміння екологічних законів функціонування природних територій, лісових районів, сільськогосподарських зон і посушливих регіонів земної кулі. Екологи понад століття аналізували та вивчали, в основному, природні системи, при цьому недооцінювали значення для екологічного стану навколишнього природного середовища урбанізованих територій. Урбоекологія – це екологія міст, де ми живемо.

Слід нагадати, що *екологія* – це наука про взаємодію організмів з навколишнім середовищем (довкіллям). Під «довкіллям» переважна більшість екологів розуміє природне абіотичне середовище з домінуванням повітря, води і ґрунту (на відміну від штучного середовища створеної людиною інфраструктури – доріг, будівель тощо). В дослідженнях, проведених, в основному, на відносно природних територіях, "організми", як правило, означають рослини, тварини і мікроби (мікроорганізми).

Хоча люди є також організмами, екологи, як правило, в основному виключали людей із своїх досліджень, або розглядали людей в якості

зовнішнього чинника, що впливає на природне середовище. Багато основних дисциплін, включаючи економіку, соціологію, транспорт, інженерію та архітектуру, зосереджено на діяльності людини, в тому числі – на впливі цієї діяльності на навколишнє природне середовище. Знання цих дисциплін та термінів будуть використані в дисципліні міська екологія, що разом призводить до виникнення наступної концепції міської екології (рис. 1.1).

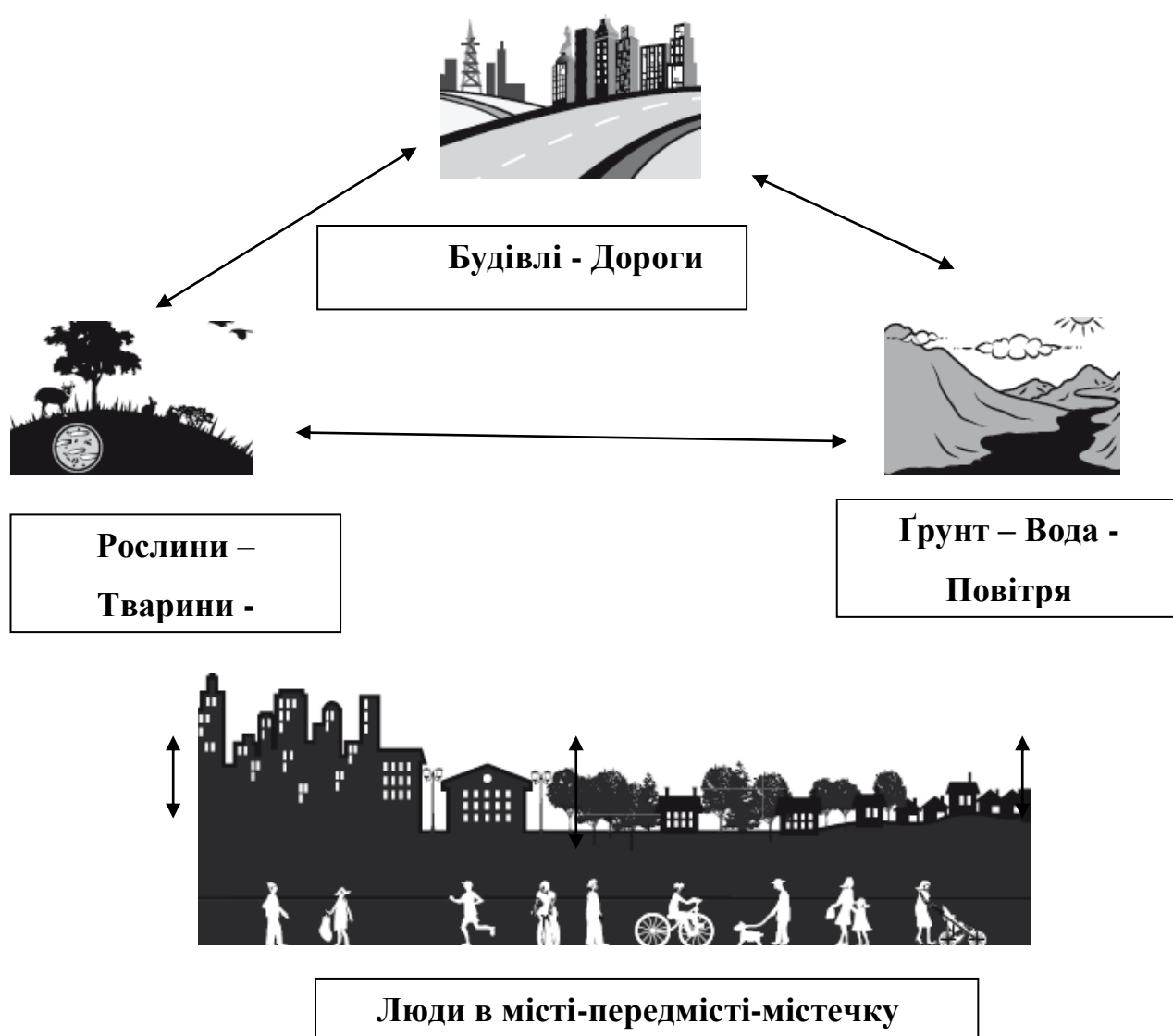


Рис. 1.1. Люди в місті – передмісті – містечку

Міська екологія вивчає взаємодію організмів, створену інфраструктуру і фізичне середовище, де зосередженні люди.

Організми – це рослини, тварини і мікроорганізми, створена інфраструктура – будівлі, дороги та інші штучні споруди. Фізичне середовище поділяється на повітря, воду, ґрунти та землі. А люди сконцентровані в першу чергу в містах, передмістях і містечках.

Побудована інфраструктура є ключем до міської екології. Якщо вивчення взаємних зв'язків між організмом та природним навколишнім середовищем є завданням загальної екології, то штучно створена інфраструктура у таких зв'язках є суб'єктом вивчення міської екології.

Можуть бути визнані три типи навколишнього середовища:

- біотичне навколишнє природне середовище (переважають організми з невеликим впливом людини);
- абіотичне навколишнє природне середовище (повітря, ґрунт або характеристики води, переважає з невеликою роллю організмів);
- штучне навколишнє середовище (площа, на якій переважають будівлі або інші людські артефакти).

Середовище проживання живих організмів в місті представлене чотирма визнаними формами: забудована площа; штучно створені зелені насадження; напівприродний зелений простір; залишки природної території.

Забудована площа містить безперервні, близько розташовані будівлі, дороги та іншими види інфраструктури, як на житлових так і на промислових площах. На забудованій території, маленькі участі покриті рослинами як, наприклад, трав'яний газон біля будинку, вулиця з деревами, двір будинку. Штучно створений зелений простір є маленькою чи великою площею, яка в основному покрита рослинами, що були сформовані або зберігаються людьми, такі як трав'янисто-деревоподібні міські парки, поле для гольфу тощо.

Напівприродна територія – це велика чи маленька територія, схожа на природну екосистему, але значно змінена або деградована людьми.

Іноді це створений, незабудований простір з лісопарком, або водно-болотні угіддя, створенні для очищення повітря міста.

Природна територія – це територія незаселена людьми, наприклад, як відносно великі болота, ліси або території чагарників, які, як правило, знаходяться на зовнішньому кільці міської території.

Ці чотири категорії, які вбудовані в природу, представляють широку послідовність екологічної зміни або деградації, де діяльність людини зменшує природну вертикальну структуру, горизонтальний малюнок, та/або потоки і рухи.

Міська екологія взаємодіє з великою кількістю суміжних дисциплін. Соціологія підкреслює взаємодію людини з людиною. Архітектура, інженерія, будівництво і транспорт зв'язує людину та побудовану інфраструктуру. Прогноз погоди зосереджуються на взаємодії людини з навколишнім середовищем. Економіка сконцентрована на взаємодії людини з довкіллям та побудованими інфраструктурою, хоча система охорони здоров'я виділяє взаємодію людей, організмів та побудованих структур.

Існує велика кількість метафор, які характеризують поняття «місто». Місто як електростанція. Місто як система артерій. Місто кишить як мурашник. Місто як «друга природа». Місто імітує людське тіло. Міський розвиток як природний процес. Зміна районів, як сукцесія. Місто як жива система або природна система. Екосистема здоров'я.

Міська екологія для фахівців з планування, як правило, пов'язана з забезпеченням екологічних благ для людей за умов оптимізації впливу на навколишнє середовище. Екологи, зазвичай, вивчають види і моделі середовища проживання, які можуть включати в себе хімічні потоки, рухи тварин і їх зміни. Такі підходи повинні поглибити міську екологію, а також розширити рамки області загальної екології.

1.1. Міста і історія людства

Перші населені пункти, які можуть називатися містами з'явилися приблизно 5000-6000 років тому у Месопотамії (сьогоднішній Ірак), Єгипті і Долині Інду (нині Пакистан). Ранні міста також з'явилися в Долині Хуанхе (сьогодні Китай), Греції, Римі, і на землі Майя (нині Центральна Америка). Дамаск вважається найстарішим безперервно населеним містом. Протягом усього часу, великі міста в усьому світі змінювались. Наприклад, Константинополь (нині Стамбул) налічував 700 000 чоловік в 1700 році, Пекін - 1,1 мільйона чоловік в 1800 році. До кінця 19-го століття Великобританія і Австралія були в значній мірі міськими націями.

Здебільшого доіндустріальні міста за чисельністю не перевищували 10% населення регіону. Міста з населенням 100 тис. осіб або більше зустрічалися рідко, хоча за сприятливих соціальних і економічних умовах деякі міста переростали подібну чисельність. Наприклад, Рим у II в. до н. е., Константинополь в якості політичного спадкоємця Риму, Багдад до 1000 р. до н.е. е., китайські міста в епоху династії Сун в 1100-1300 рр. до н. е., а також Токіо. Кіото та Осака в Японії XVII і XVIII ст. мали чисельність населення, що перевищувала 100 тис., а в деяких випадках, можливо, навіть досягали мільйону населення.

Проте чисельність доіндустріальних міст обмежувалася різними факторами. По-перше, дороги і засоби пересування не могли забезпечити перевезення об'ємних вантажів на великі відстані, а зберігання товарів, що швидко псуються, у тому числі продуктів харчування, представляло великі труднощі. По-друге, раннім містам важко було забезпечувати власну безпеку. Їх жителі перебували під постійною загрозою і часто піддавалися нападам сусідніх міст або інших народів. По-третє, відсутність сучасної медицини та санітарних засобів означало, що життя в містах часто виявлялося смертельно небезпечним. Вода, що використовувалась для пиття, часто була забруднена всілякими відходами. Будучи центрами

торгівлі, міста привертали увагу приїжджих, які служили переносниками заразних хвороб. І, нарешті, кріпосні, рабовласницькі і кастові структури прив'язували селянство до землі і перешкоджали міграції між аграрними та міськими місцевостями. Ці та інші фактори призводили до того, що перші міста були в основному невеликими.

Промислова революція дала можливість використовувати пар як джерело енергії, що сприяло широкому поширенню застосування машин. У міру розширення фабрично-заводської системи виникла потреба у більшому числі робітників. Люди приходили на фабрики, які заохочували не тільки новизною міського життя, але і можливістю отримати більш високий заробіток.

Промислово-міські центри були сильно розкидані географічно і, хоча домінували над периферійними регіонами, але при цьому мали з ними лише слабкі економічні та соціальні взаємозв'язки. Порівняно недавно з'явилися великі міста-метрополії. Технологічна основа фази великих метрополій полягає в надзвичайно широкому застосуванні наукових досягнень в промисловості, в широкому поширенні електроенергії, у появі сучасних засобів пересування (автомобілі та інші швидкісні засоби перевезення звільнили міста від обмежень, пов'язаних з пішими та кінними переміщеннями, які більшою чи меншою мірою обмежували територіальне зростання міст).

Бурхливий розвиток промисловості на основі застосування парових і ремінних приводів призвело до великої скупченості населення в міських районах до початку ХХ ст. Однак ряд факторів неухильно виходять на передній план, загостривши колишні проблеми стрімкого центрального розвитку, включаючи підвищення міських податків, ріст цін на земельні ділянки, проблеми транспорту та вантажних перевезень, а також занепад старіючих внутрішніх районів міста. Ці та інші сили прискорили розвиток передмість, який став технічно можливим за рахунок застосування

електроенергії, появи швидкісних засобів перевезення, автомобілів і телефонного зв'язку. Результатом стала поява міст-супутників і приміських районів, міських зон, які стрімко розросталися, пов'язаних кільцевими дорогами і складаючи єдине величезне місто. За чисельністю населення, зайнятості, інвестицій, будівництва та торгових зон, такі метрополії змагаються зі старими містами-центрами. Вони вміщують в себе промислові підприємства, будівлі корпорацій і офіси-хмарочоси, шикарні магазини, редакції незалежних газет, театри, ресторани, готелі вищого рівня та величезні стадіони.

Концентрація економічного життя призводить до формування великих зон майже суцільної урбанізації, населення яких обчислюється десятками мільйонів чоловік. Найбільші міста подібних зон пов'язані між собою автомобільними і залізничними магістралями, уздовж яких розташовані середні та малі міста. Вони формують в сукупності гігантські поселення стрічкового типу, замикаються в єдину мережу (з окремими вкрапленнями мало урбанізованих територій). До цієї групи відносяться зона «Токайдо» з населенням понад 55 млн. осіб, що об'єднує Великий Токіо (вісім префектур, які включають також Йокогаму) та Велика Осака (три префектури); Рейнська зона (Німеччини, Нідерландів та Бельгії) і англійська зона (агломерації Лондона, Бірмінгема і Манчестера). Подібні зони виділяють в особливий тип поселень, іменованій «мегаполіс».

У 1850 році населення планети досягло одного мільярда людей, 10% з яких проживали в містах. Два мільярди і 20% міського населення було досягнуто 80 років потому; три мільярди і 30% – через 30 років після цього. Кожен новий мільярд людей прибавлявся кожні 12-15 років. Сьогодні на планеті мешкає біля 7 млрд. людей, біля половини з них – в містах. Близько 4% поверхні суші Землі урбанізовано.

Наступний мільярд населення з'явиться на Землі швидко. Статистика ООН свідчить, що в 2040 році нас буде біля $\approx 8,5$ мільярдів, дві третини з

яких – міське населення. В той же час, як очікується, глобально чисельність сільського населення залишається на постійному рівні – три мільярди. Майбутні 2 мільярди людей будуть приєднуватись до існуючих 3 мільярдів міських жителів. З нових городян, половина буде з середнім рівнем доходів і багатими, можливо, більшість оселяться в субміських/приміських районах і недалеко від центру міста. Інша половина прибулих, (біля 1 млрд.), як очікується, збільшить населення бідних міст до 2 млрд. Швидко зростає неформальне або врегульоване утворення поселень міської бідноти.

У 1970 році в Азії було зосереджено 37% населення світу, частка якого збільшилась приблизно до половини в 2005 році. Для Європи порівняльні показники чисельності населення помітно змінилися з 31% до 19%. В Північній Америці (США і Канада) населення зменшилося. В Латинській Америці (і Карибському басейні) ця цифра мало змінилася. Населення Африки збільшилося з 6% до 10% людей від загальної кількості у світі. В цілому ці відносні темпи зростання населення світу будуть продовжуватися у майбутні кілька десятиліть.

Сьогодні близько 75% міського населення планети проживає в містах Європи, Північної та Латинської Америки. На відміну від них, в Азії та Африці частка городян становить, приблизно, 40%. Міське населення планети зосереджено, в основному, в мегаполісах. Тим не менш, малі міста більш численні, і як раніше, широко поширені по всій Землі, мають різні переваги для життя та екологічні характеристики.

1.2. Поняття урбанізації

Урбанізація – це домінуюча демографічна тенденція і важливий компонент глобального перетворення земель. Виникнення і постійне збільшення площі та чисельності населення міст, придбання сільськими поселеннями міських ознак, підвищення ролі міст у соціально-

економічному розвитку суспільства, формування міського населення, який веде специфічний спосіб життя, а також поява «міських» популяцій рослин і тварин становить сутність процесу, званого урбанізацією.

Показник урбанізованості країни або регіону – це частка населення, що проживає в містах. Порівняння рівнів урбанізації різних країн здійснюється з використанням даних національних переписів населення.

Місто – це місце компактного поселення людей, відгороджене кріпосною стіною або умовним кордоном від «зовнішнього» по відношенню до нього простору. Спочатку такі огорожі були невід'ємною рисою міст, що служили їхнім мешканцям захистом від агресивних сусідів.

Суттєвими ознаками міста є:

- переважання забудованої частини території над незабудованою, штучних і видозмінених природних покриттів над природними незміненими;
- наявність, а часто і переважання багатоповерхової забудови;
- наявність промислових підприємств і підприємств сфери послуг;
- розвинена система громадського транспорту, наземних і підземних комунікацій;
- розвинена торговельна мережа;
- високий рівень забрудненості навколишнього середовища (на 1-2 порядки вище, ніж на прилеглий до міста території);
- епідемії, пов'язані з швидким розповсюдженням інфекцій при високій щільності населення і інтенсивних контактах між людьми;
- наявність спеціально створених рекреаційних територій загального користування;
- висока щільність розміщення закладів освіти, охорони здоров'я та культури;
- культові споруди однієї або декількох конфесій;

- різноманітність соціального вибору (в порівнянні з сільською місцевістю);
- наявність однієї або декількох щоденних газет, які розповсюджуються не тільки в місті;
- наявність приміської зони – перехідною між містом і прилеглої до нього території з переважанням сільськогосподарського виробництва; в цю зону з міста поступово переносяться найбільш шкідливі виробництва.

У різних країнах історично склалися неоднакові підходи до визначення мінімальної чисельності жителів міського поселення - від кількох сотень людей до кількох тисяч (табл. 1.1).

Табл. 1.1. Критерії чисельності населення для виділення міст у різних країнах

Країни	Мінімальна чисельність населення, прийнята для визначення статусу міста, чоловік	Додаткові критерії
1	2	3
Данія	250	
Ісландія	300	
Канада, Малайзія, Шотландія	1000	
Ірландія	1500	
Аргентина, Португалія, Франція, Німеччина, Чехія, Словенія	2000	
США, Таїланд	2500	
Південна Корея	4000	
Індія, Туреччина, Грузія	5000	Менше 25% населення міст в Грузії зайняті в сільському господарстві
Україна, Молдова, Греція, Іспанія	10000	Менше 50% населення міст в Україні і в Молдові зайняті в сільському господарстві
Російська Федерація	12000	Менше 15% населення міст зайняті в сільському господарстві

1	2	3
Ізраїль, Болівія, Бразилія. Коста-Ріка, Еквадор. Гаїті, Нікарагуа	Кількісний критерій не застосовується	Містом вважається центром не сільськогосподарського виробництва та послуг
Англія, Болгарія, Угорщина, Нова Зеландія, Норвегія. Парагвай. Польща, Фінляндія. Швеція, Японія	Статус міста визначається законодавчо	Менше 50% населення міст у Фінляндії зайнято в сільському господарстві

У 1949 р Європейська конференція зі статистики, що проходила під егідою ООН в Празі, рекомендувала вважати містом компактне поселення з мінімальною чисельністю населення 2000 чоловік, причому при чисельності жителів менше 10 000 чоловік частка зайнятого в сільському господарстві населення не перевищувала 25% від загальної чисельності. Компактне поселення чисельністю понад 10 000 чоловік автоматично вважається містом. Тим не менш, будь-якого універсального критерію або сукупності критеріїв, що дозволяють віднести те чи інше поселення до міста, не існує. Категорія міста присвоюється населеному пункту, згідно з чинним національним законодавством.

За чисельністю населення в Україні виділяють такі категорії міст:

- малі – до 50 000 чоловік;
- середні – від 50 000 до 100 000;
- великі – від 100 000 до 250 000;
- дуже великі – від 250 000 до 1 000 000;
- міста-гіганти або мегаполіси – більше 1 000 000 чоловік.

Трохи менше половини населення земної кулі в даний час проживає в містах, але за прогнозами, ця частка зросте майже до 60 % у найближчі 30 років (ООН, 1993). Розвинені країни мають високий рівень урбанізації населення. Наприклад, майже 80% населення США проживає в містах. Як результат, урбанізація спричинила суттєве збільшення розміру міст:

більше 300 міст мають більш ніж 10^6 жителів, а 14 мегаполісів перевищують 10^7 .

Зростання населення та просторова нерівність міських районів є актуальною екологічною проблемою, яка потребує вивчення для консультування осіб, які приймають участь в регіональному плануванні та охороні природи. Правильне управління містами гарантує, те що вони будуть прийнятними місцями для життя в майбутньому.

В даний час найбільш урбанізованими (не рахуючи таких міст-держав, як Сінгапур і Гонконг) є Великобританія (92% населення проживає в містах), Кувейт (91%), Ізраїль (90%), Австралія (85%), Швеція (83%). Найменші показники урбанізації (7-10%) характерні для країн Африки та Південної Азії (табл. 1.2).

Кількість міського населення є інформативним показником урбанізації. Наприклад, в США, дев'ять міст мають >1000000 людей, 52-250 тис. – 1млн., 172–100 тис. – 250 тис., 363-50 – 100 тис., 644 – 25-50 тис., 1435 – 10-25 тис.,

Табл. 1.2. Відсоток міського населення в регіонах світу

Регіон	Міське населення, млн. чол.	Відсоток міського населення
Африка	295	37,2
Азія	1376	37,5
Латинська Америка	391	75,4
Північна Америка	243	77,4
Європа	534	73,4
Океанія	23	74,1
Всього в світі	2862	47,2

16772 населених пунктів є маленькими з 10 тис. мешканців в кожному. Таким чином, сумарно у великих містах на планеті проживає така ж кількість жителів, як і в маленьких.

В даний час з 22 мегаполісів у всьому світу з >10 мільйонним населенням найбільша частка розташована в азіатських регіонах: територія Східної Азії (Токіо, Шанхай, Осака, Пекін, Сеул); Південна Азія (Мумбаї, Делі, Калькутта, Дакка, Карачі); Південно-Східна Азія (Джакарта, Маніла); Латинська Америка (Мехіко, Сан-Пауло, Буенос-Айрес, Ріо-де-Жанейро); Північна Америка (Нью-Йорк, Лос-Анджелес); Європа/Росія (Лондон, Москва); Африка (Каїр, Лагос).

Платон ще у IV ст. до н.е. говорив: «...коли в місті проживає 50 000 осіб, це є достатньою кількістю, щоб заснувати нове місто». Кілька десятиліть тому вважалось, що населення міста оптимального розміру повинно мати від 25 тис. до 250 тис. чоловік. Останнім часом деякі мегаполіси, після початкового швидкого зростання населення, не збільшуються. Це може бути тимчасовою паузою або, можливо, відображає певну межу для концентрованого росту населення. Чи існують обмеження на чисельність населення міста?

1.3. Модель зростання міст

Соціологи прагнуть зрозуміти, яким чином люди територіально оформляють свої взаємозв'язки і здійснюють діяльність. Соціологи розробили кілька моделей, за допомогою яких вони намагаються виявити екологічні схеми і структури зростання міст.

Модель концентричних зон

У період між Першою і Другою світовими війнами соціологи з Чиказького університету розглядали місто Чикаго як соціальну лабораторію і піддали його інтенсивним дослідженням. Модель концентричних зон займала чільне положення в більшості цих досліджень.

Відповідно до думки чиказької групи соціологів, сучасне місто набуває форму концентричних кіл, кожна з яких має чіткі відмітні характеристики. У центрі міста – центральному діловому районі – розташовуються магазини роздрібною торгівлі, фінансові установи, готелі, театри та підприємства, що відповідають потребам покупців в діловій частині міста (рис. 1.2). Цей район знаходиться в оточенні житлового району, що переживає стан занепаду внаслідок наступу на район ділової частини міста та промислових підприємств – так званої перехідної зони. Колись у цій частині міста стояли особняки заможних і відомих городян, а потім вона перетворилася в район нетрів і притулок для підприємств дрібного бізнесу (ломбардів, магазинів «Секонд Хенд» і скромних закусточних і ресторанів). Перехідна зона «перетікає» в робочі квартали, що складаються з двоквартирних будинків, старих одноквартирних будинків з недорогими квартирами, де проживають переважно «блакитні комірці» та низькооплачувані «білі комірці». За робочою зоною починаються житлові зони, де в основному проживають дрібні підприємці, професіонали і управлінський персонал. І, нарешті, за зоною проживання найбільш заможних городян йде кільце малих міст, містечок і селищ, або приміська зона, багато жителів якої регулярно їздять на роботу в діловий центр міста.

Чиказька школа соціологів розглядала зазначені зони як ідеальні типи, оскільки в практиці жодне місто не відповідає повністю цій схемі. Приміром, місто знаходиться на березі озера Мічиган, так що в даному випадку скоріше діє модель концентричного півкола. Крім того, критики цієї моделі вказують, що вона більш підходить для характеристики міст на рубежі ХХ ст., ніж для сучасних міст. Також цілком очевидно, що деякі міста ніколи навіть приблизно не відповідали моделі концентричних кіл, а міста Латинської Америки, Азії та Африки не мають такої характерної специфіки використання площ, яка прийнята в США.

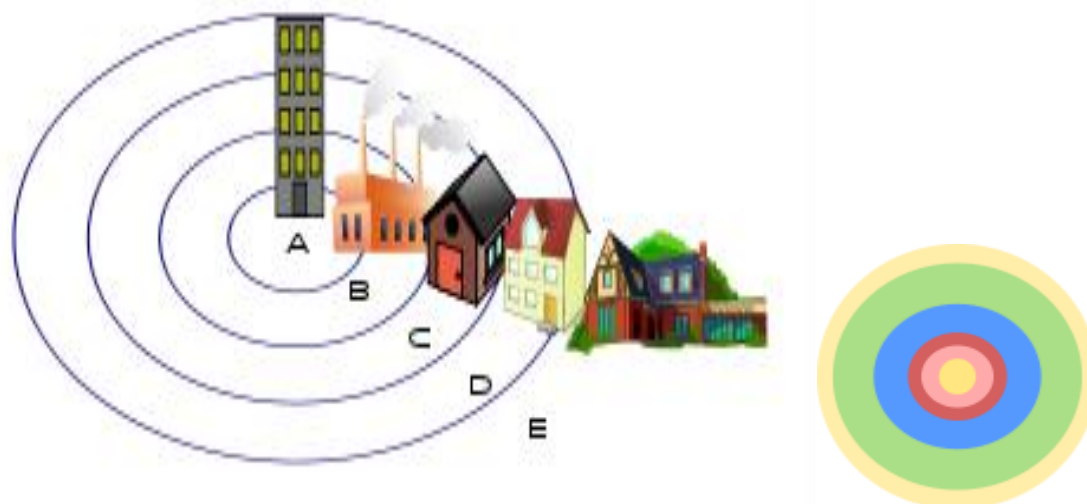
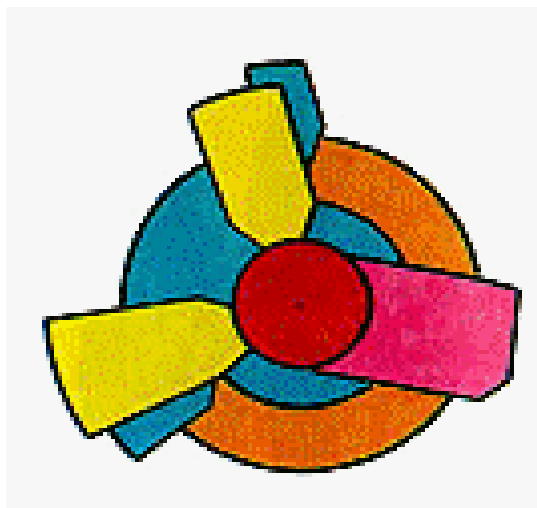


Рис. 1.2. Модель концентрических зон міста

Приміська зона	Зона робочого класу	Фабрична зона
Міська зона	Зона переходу	Діловий центр

Секторальна модель

На думку Хойта, великі міста складаються не з концентричних кіл, а скоріше з ряду секторів. Він створив секторальну модель міської структури (рис. 1.3). Райони, де житло коштує недорого, часто набувають клиноподібної форми і простягаються від центру міста до його околиці. У міру зростання міста, дорогі райони починають виступати за міські межі, залишаючись при цьому в тому ж самому секторі. Райони в межах сектора, покинуті людьми з високими доходами, занепадають. Хойт стверджує, що престижні і дорогі райони не утворюють концентричну зону навколо окраїнних районів міста, а типово розташовуються з зовнішнього краю кількох секторів. Промислові райони простягаються уздовж річкових долин, русла річки або залізничного полотна, а не розташовуються по концентричній окружності навколо ділового центру міста.



Район гуртової торгівлі та легкої промисловості

Район упорядкованих будівель

Промислові підприємства

Житловий район середньої якості

Рис. 1.3. Секторальна модель міста

(<http://www.km.ru>)

Однак, подібно моделі концентричних зон, секторна модель також була непринятною для великої кількості міських структур.

Модель «безліч центрів»

Ще одна модель описує місто як структуру, що має не один, а кілька центрів. Кожен центр спеціалізується в конкретній діяльності і накладає свій неповторний відбиток на навколишню частину міста. Наприклад, діловий центр фокусується на комерційній та фінансовій діяльності. У число інших центрів входять: зона «яскравих вогнів» (театри та інші розважальні заклади), зона урядових установ, центр оптової торгівлі, зона важкої промисловості і медичний комплекс.

Безліч центрів в межах міста виникає з різних причин. По-перше, деякі види діяльності накладають специфічні вимоги, наприклад торговельна зона повинна бути розташована таким чином, щоб у неї можна було потрапити з будь-якої частини міста; портовий район, природно,

повинен розташовуватися в акваторії, а промислова зона повинна мати великі площі недалеко від водних або залізничних комунікацій.

По-друге, підприємства, що займаються однаковою або схожою діяльністю, часто виграють від того, що виявляються сконцентрованими на якійсь одній міській ділянці, наприклад, зона роздрібною торгівлі процвітає, оскільки покупців приваблює можливість потрапити в цілу мережу різноманітних магазинів.

По-третє, різні види діяльності часто заважають один одному, наприклад престижні житлові квартали несумісні з промисловими підприємствами та будуть перешкоджати розвитку один одному.

По-четверте, деякі види діяльності не можуть дозволити собі дорогі райони і розміщуються в більш дешевих кварталах; це стосується, наприклад, оптових підприємств і складів.

Модель безлічі центрів більш придатна для опису унікальних характеристик, властивих конкретним міським структурам, ніж для виявлення універсальних просторових характеристик у всіх містах.

1.4. Об'єкт, предмет та завдання урбоекології

Міста є відкритими системами, елементи яких пов'язані між собою і зі своїм зовнішнім середовищем, потоками енергії, речовини та інформації. Місто споживає ресурси енергії у вигляді викопного палива і їжі, води, використовує інформаційні ресурси, що надходять ззовні, «вбирає» в себе нових мешканців. Результат функціонування міської системи виражається не тільки у виробництві матеріальних і духовних благ, нової інформації, а й значної кількості твердих, рідких і газоподібних відходів, що є забруднювачами навколишнього природного середовища, також різного роду впливів, що змінюють місцевий клімат .

Природна підсистема урбогеосоціосистеми, через яку місто «вмонтоване» в структуру біоценотичного покриву Землі і через яку воно зберігає зв'язок з біосферою, називається урбоекосистемою.

Стан і стійкість урбоекосистеми, включаючи її здатність до самоочищення, залежить від розмірів міської території і її особливостей (характер ландшафту і міської забудови, наявність відкритих просторів, водойм, зелених насаджень), кліматичних умов, кількості забруднень, що надходять.

У цій залежності закладені певні можливості управління станом урбоекосистеми шляхом зменшення надходження забруднюючих домішок і відповідною організацією міського простору, наприклад, поліпшенням умов провітрювання міської території за рахунок раціональних архітектурно-планувальних рішень, перенесенням транспортних потоків в об'їзд міста, збільшенням площі зелених насаджень і водної поверхні тощо.

Місто формується на основі природної екосистеми, яка змінюється, і функціонує під впливом техногенних і соціальних факторів. До техногенних факторів належать архітектурно-планувальне рішення міст, промислове виробництво, транспортні потоки та інші види господарської діяльності.

До соціальних – управління функціонуванням міського комплексу через органи влади та засоби масової інформації, демографічні процеси тощо. Таким чином, місто представлене як комплексна система до складу якої входить:

- урбоекосистеми, тобто видозмінена під впливом людини природна екосистема міської території;
- соціальна підсистема, тобто функціонально диференційована сукупність людей, або соціосфера міста;
- промисловий комплекс, або техносфера міста (рис. 1.5).

До складу урбоекосистеми входить два основних компоненти – *фізичне середовище і живі організми*. Урбоекологія займається дослідженням середовища проживання (фізичного середовища) організмів на території міста:

- фізичні показники ґрунту (склад ґрунту, вологість, поживні та забруднюючі речовини, рН тощо.);
- повітря міста (газовий склад, якість повітря тощо);
- водне середовище (заболочені ділянки, річки, потоки, водойми, озера, рівень ґрунтової води, кількість і якість води).

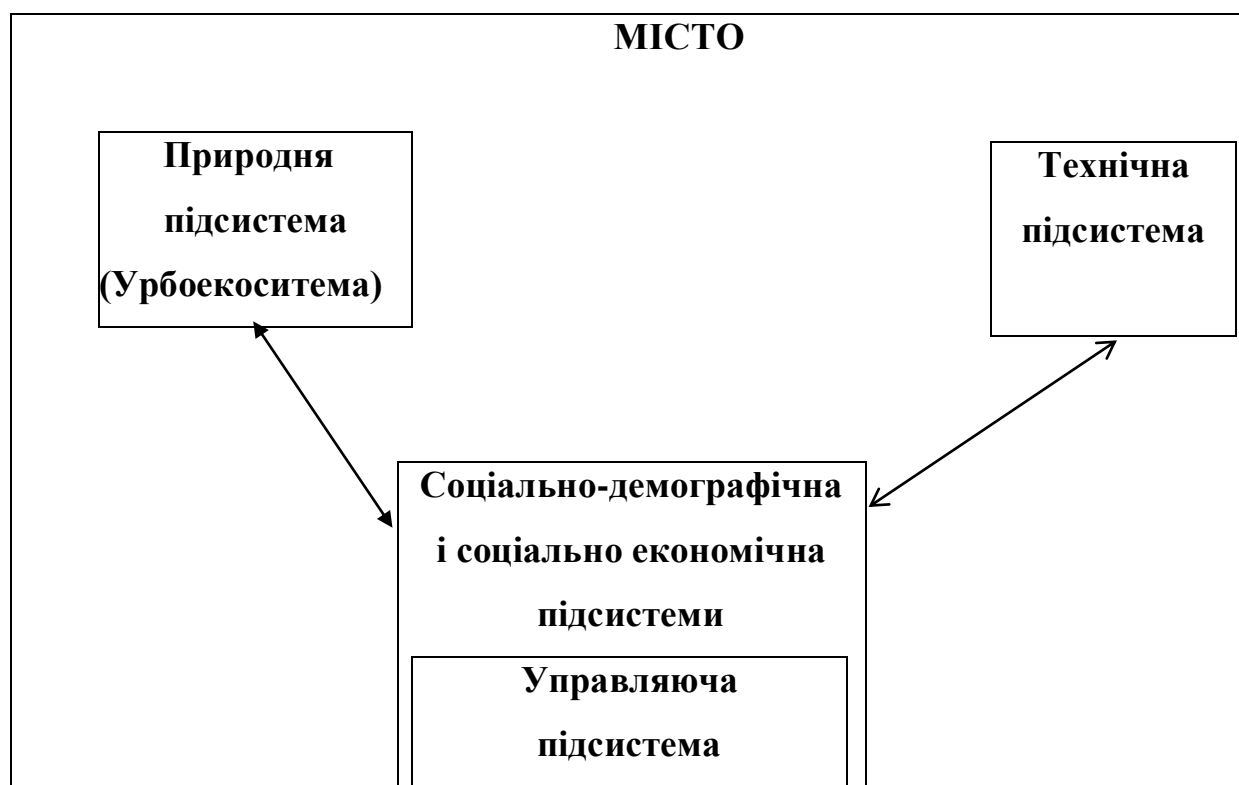


Рис. 1.4. Місто як урбогеосоціосистема

Живі організми урбоекосистеми – це дерева, кущі, птахи, наземні і ґрунтові тварини. Організми можуть також бути охарактеризовані як дерева, декоративні рослини, бур'яни, переносники хвороб тощо. Екологи не тільки вивчають їх як окремі організми, але також і їх популяції, особливо такі кількісні показники, як зміни кількості особин або щільність популяції. Таким чином, рясність видів, видовий склад (фактична

наявність видів) і домінування (або відносна поширеність) видів є *головним предметом досліджень*.

Зміна з часом конкретного біоценозу або фітоценозу на території міста призводить до процесу екологічної сукцесії. Екосистеми можуть займати мікротериторії, наприклад, такі як ящик для рослин, закріплений на підвіконні ззовні, чи мати вигляд переривчастих довгих коридорів вздовж залізниць і автомагістралей.

Процес первинної сукцесії починається зі зміни рослинності. У всіх випадках переважають трав'янисті види, які "спонтанно" колонізують вільні ділянки ґрунту. Ці ранні сукцесії відбуваються на малих і великих ділянках в різних місцях міста. Такі ділянки в значній мірі покриті «спонтанною» трав'янистою рослинністю, часто з розкиданими чагарниками, навіть невеликими деревами (рис. 1.5).

Урбоекологія – наука, яка вивчає екологічні проблеми міст і формує оптимальні шляхи їх вирішення.

Об'єктами вивчення урбоекології є урбогеосоціосистеми, а також окремі біотичні та абіотичні компоненти міського середовища.

Предметом дослідження є стан і прогнозування шляхів розвитку урбогеосоціосистеми в цілому та її компонентів, а також вплив міста на прилеглі території та їх біогеосистеми.

Завдання урбоекології:

- вивчення масштабу та інтенсивності антропогенного і технічного впливу на урбогеосоціосистему;
- визначення допустимого рівня навантаження на урбогеосоціосистему;
- розробка заходів, які забезпечують стабільне підтримання допустимого рівня впливу;
- прогнозування можливих віддалених наслідків впливу;
- розробка і коректування природоохоронних заходів.



Рис. 1.5. Одиннадцять альтернативних форм міських сукцесійних ділянок

1.5. Переваги міського життя

Сучасне місто забезпечує більшості людей, що проживають в ньому і в передмісті великі й різноманітні можливості працевлаштування та отримання тим самим засобів для існування.

У місті розвинена система постачання і торгівлі продуктами харчування і товарами необхідними для населення. Жителі сільської місцевості доставляють надлишки своєї продукції в місто, де сумарна купівельна спроможність населення незрівнянно вища, ніж в місцях їх проживання.

У місті забезпечено необхідний рівень медичної допомоги і, особливо, екстреної, як в умовах поліклінічного обслуговування, так і в стаціонарі.

Місто надає досить різноманітні можливості для отримання освіти та перекваліфікації, причому, чим більше чисельність населення міста, тим, як правило, більшою кількістю навчальних закладів різного профілю та рівня воно володіє.

Житловий фонд міста в основній масі відрізняється високим рівнем благоустрою. Більшість житлових будинків та громадських закладів мають централізоване тепло-, водо- та газопостачання. Жителям міста самим практично не доводиться дбати про видалення відходів життєдіяльності.

У містах дуже розвинута мережа громадського транспорту.

Багатофункціональна система побутового обслуговування полегшує городянам вирішення багатьох проблем повсякденного життя.

Система організації та поділу праці, упорядкований житловий фонд, розвинена інфраструктура сприяють вивільненню у городян певного резерву вільного часу, який можна використовувати для підвищення свого освітнього, професійного та культурного рівня. Місто надає для цього досить широкі можливості. Тут зосереджений великий бібліотечний фонд як художньої, так і технічної літератури. Порівняльна доступність бібліотек сприяє підвищенню інтелектуального розвитку та професійних знань мешканців міста.

Театри, клуби, концертні зали та інші видовищні заклади забезпечують городянам дозвілля високого культурного рівня. Розташування в місті музеїв є цінним, а в багатьох випадках – унікальним джерелом задоволення естетичних та пізнавальних потреб людей. У ряді міст збереглися пам'ятки історії, культури та архітектури, ведуться розкопки стародавніх поселень, які привертають увагу туристів.

Місто надає своїм жителям хороші можливості для занять спортом, творчістю та іншими формами самовираження особистості.

Зони відпочинку та рекреаційні об'єкти створюють передумови для оздоровчого проведення дозвілля і неформального спілкування городян.

Таким чином, широкі можливості для докладання праці, більш забезпечені умови існування, комфортність житла, наявність вільного часу і можливість використання його не тільки для відпочинку, але і для підвищення свого інтелектуального рівня роблять життя в місті більш привабливим, ніж у сільській місцевості, що і обумовлює тривале зростання чисельності міського населення.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1. Які проблеми вивчає екологія міста?*
- 2. Надайте загальну характеристику динаміки зростання населення землі.*
- 3. Охарактеризуйте показники урбанізованості різних континентів планети.*
- 4. Які сучасні моделі організації міст Вам відомі?*
- 5. Які критерії чисельності населення для виділення міст у різних країнах?*
- 6. Назвіть об'єкт, предмет та завдання урбоекології.*
- 7. Які основні компоненти входять до складу урбоекосистеми.*
- 8. В чому полягають переваги міського життя?*
- 9. Що таке урбоекологія?*
- 10. Назвіть основні завдання урбоекології.*

2. ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА

2.1. Показники якості природних вод

Склад природних вод. Вода Землі розподілена у п'яти головних місцях:

- атмосфера (головним чином, як водяна пара);
- поверхня землі (озера, річки, рослинність, і т.д.);
- під землею (підземна вода);
- лід;
- море.

У рідкому стані прісна вода знаходиться в озерах та річках <2%, в той час як 97% це підземна вода.

Річковий стік України складає в середньому, 83,5 млрд. м³, а в посушливі роки зменшується до 48,8 м³. Він розподіляється по території нашої держави нерівномірно: 70% стоку припадає на Північно-Західний економічний район, де живе лише 40% населення. А на Донецько-Придніпровському і Південному економічних районах, де живе 60% населення і зосереджені найбільш водоемні галузі господарства, припадає лише 30% стоку. У зв'язку з цим у багатьох районах півдня України відчувається гострий дефіцит води, для ліквідації якого доводиться будувати канали, водоймища, тощо.

Головне джерело води для України – річки Дніпро, Дунай, Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут та ін. Стан води і повноводість цих артерій залежать в основному від стану їх приток – малих річок, яких в Україні налічується близько 63 тис. Їх роль величезна – близько 90% населених пунктів нашої країни розташовані саме в долинах малих річок і користуються їхньою водою. Проте стан малих річок України сьогодні викликає велику тривогу. За даними Держводгоспу, протягом другої половини ХХ ст. в Україні зникло близько 5 тис. малих водотоків. Це

невідворотно веде до деградації великих річок, тому проблема їх збереження та оздоровлення – одна з найгостріших для нашої держави.

Відповідно до класифікації відомого гідрохіміка О.А. Алекіна, домішки, що містяться в природній воді, прийнято умовно поділяти на 5 основних груп: 1) найважливіші іони; 2) розчинені гази; 3) біогенні речовини; 4) мікроелементи; 5) органічні речовини.

З домішок першої групи в прісній воді в найбільших кількостях містяться катіони Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ і аніони HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} . Інші катіони (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+}) і аніони (HSiO_3^- , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) зустрічаються значно рідше й у менших кількостях.

Серед газів, розчинених у воді, провідне місце займають O_2 , CO_2 , H_2S , CH_4 . До біогенних домішок відносять ті сполуки, з якими пов'язана життєдіяльність рослинних і тваринних організмів: різні форми азоту (аміачний, нітратний, нітритний), фосфору, кремнію, заліза.

До мікроелементів відносять домішки, які містяться у воді в кількостях, менших 10^{-3} %; з них на якість води найбільше впливають бром, йод, фтор, мідь, кобальт, нікель і деякі інші.

Органічна речовина природних вод представлено різного роду рослинними і тваринними організмами, мікроорганізмами, а також продуктами їх взаємодії з навколишнім середовищем.

Мінералізація річкової води зазвичай коливається в широких межах – від 200 до 1000 мг/л, в залежності від джерела живлення річки і місцевості, по якій вона протікає. Мінералізація води озер, як правило, нижче, в межах від 15 до 300 мг/л. Зазвичай мінералізація поверхневих вод суші нижче на півночі і вище на півдні. Підземні води різняться за рівнем мінералізації та сольовому складу в дуже широких межах.

2.2. Санітарно-хімічний аналіз природних вод

Сукупність основних властивостей природної води, обумовлених характером і концентрацією домішок, що містяться в ній, визначає якість води. Для її оцінки виконують аналіз води, визначаючи придатність для використання в тій чи іншій галузі господарства.

До фізичних показників якості води відносяться: температура, запах, смак, прозорість, каламутність, кольоровість, щільність і т.д.

Температура води залежить від пори року і від температури тих ґрунтів, з якими вона стикається. На водах підземних джерел сезонні коливання температур позначаються мало, тому температура цих вод тримається майже постійною. Поверхневі води змінюють температуру, в широких межах. Наприклад, вода річки Дніпро протягом року змінює свою температуру від 1 до 28⁰С.

Запах і смак води залежать від концентрації розчинних у воді газів і від хімічного складу домішок, а також температури.

Причина запаху і присмаку води пояснюється присутністю, наприклад, сірководню та продуктів розкладання рослинних організмів, які утворюються при цвітінні водойм, тобто масовому розвитку зважених водоростей. З часом вони відмирають, осідають на дно і там руйнуються мікробами (гниють) з виділенням речовин, що мають неприємний запах.

Приємний і освіжаючий смак води надають розчинені в ній гази (кисень і діоксид вуглецю), а також невеликі кількості гідрокарбонату кальцію $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Колір природних вод відкритих водойм частіше всього обумовлюється органічними речовинами, присутніми в ґрунті.

Органолептичні показники води повинні відповідати наступним вимогам: запах при 20⁰С і при підігріванні води до 60⁰С, бали, не більше 2; присмак при 20⁰С, бали, не більше 2; кольоровість по платино-кобальтовій або імітуючій шкалі, градуси, не більше 20; каламутність за стандартною

шкалою, мг/л, не більше 1,6; водневий показник рН повинен бути в межах 6,0-9,0.

Хімічні показники якості води. При визначенні хімічних показників даються відповіді на питання: а) чи придатна вода для побутових і технічних потреб? б) чи немає в ній речовин, що викликають корозію металів і бетону, або речовин, що обумовлюють утворення піни або відкладенню накипу?

Крім того, на підставі зіставлення результатів хімічного аналізу природної води до вимог, пропонованими до очищеної води, судять про те, яким процесам очищення слід піддавати природну воду для поліпшення її якості.

Хімічні показники при санітарно-хімічному аналізі води включають в себе: 1) зважені речовини, мг/л; 2) сухий залишок, мг/л; 3) прожарений залишок, мг/л; 4) електропровідність; 5) окиснюваність, мгО/л; 6) розчинений кисень, мг/л; 7) біохімічне споживання кисню (БПК₅), мг/л О; 8) вільний хлор, мг/л; 9) хлороємність, мг/л; 10) активну реакцію середовища, рН; 11) кислотність, мекв/л; 12) лужність, мекв/л; 13) іони Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Al³⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄²⁻, I⁻, F⁻ мг/л; 14) азотвмісні речовини: азот амонійних солей (NH₄), нітриту та нітрати, мг/л; 15) жорсткість води, мекв/л; 16) вуглекислоту, мг/л: а) загальну; б) вільну (CO₂), в) гідрокарбонатну (HCO₃⁻); г) карбонатну; д) рівноважну; е) агресивну; 17) діоксид кремнію 810 мг/л; 18) поверхнево-активні речовини; 19) сірководень H₂S; 20) іони важких металів Pb²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺ и Sn²⁺ (мг/л).

Зважені речовини. До них відносяться великі частки (діаметром більше 10⁻⁴ мм), які затримуються паперовими фільтрами. Зважені речовини характеризують присутність у воді глини, піску, частинок силікатних порід і ін. Кількість зважених часток у воді залежить від умов охорони джерела і часу. Підземні води містять менше зазначених

частинок, ніж поверхневі, так як звільняються від них при проходженні через ґрунт.

Сухий залишок, який визначається випарюванням фільтру, характеризує солевміст і кількість колоїдно-розчинених у воді речовин.

Прожарений залишок дозволяє визначати наявність нелетких домішок води, якими особливо багаті підземні води.

Електропровідність дозволяє судити про ступінь забруднення води електролітами, оскільки хімічно чиста вода практично не проводить електричний струм.

Окиснюваність обумовлена присутністю в ній органічних речовин і легко окиснюваних неорганічних сполук (H_2S , Fe^{2+} , сульфідів, нітритів та ін.). Вона виражається масою кисню, витраченого на окислення органічних речовин, що містяться в 1 л води. При цьому визначенні як окислювач органічних речовин застосовують KMnO_4 (перманганатна окиснюваність).

Найменшою окиснюваністю (близько 2 мг/л) характеризуються артезіанські води, у озерних окиснюваність становить від 5 до 8 мг/л, у болотних вод – до 400 мг/л. Різке підвищення окиснюваності свідчить про забруднення джерела, що вимагає вжиття належних заходів.

Хімічна потреба в кисні (ХПК) дає уявлення про вміст у воді органічних речовин, здатних до окислення сильними окиснювачами (в даному випадку дихроматом калію $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

Кількість біологічно окиснюваних (за допомогою мікроорганізмів) органічних речовин визначають за показником біохімічного споживання кисню (БПК). БПК – це кількість кисню, яке потрібно для повного окислення всіх органічних речовин, що знаходяться в аеробних умовах, в результаті біологічних процесів, що відбуваються у воді. БПК визначають щодо зменшення кількості кисню в досліджуваній воді (у розрахунку на 1 л) за 5 або 20 діб інкубації води (у закритій посудині). БПК не повинен перевищувати 3 мг/л при 20°C.

Жорсткість води є найважливішим показником якості води, що вказує на вміст у ній хлоридів, сульфатів і гідрокарбонатів кальцію і магнію.

Активна реакція середовища (рН). Для більшості природних вод рН відповідає середовищу, близькому до нейтрального (6,8-7,3). Сталість рН природних вод забезпечується наявністю в них буферних сумішей. Помітна зміна значення рН сигналізує про забруднення води продуктами розпаду органічних сполук, стічними водами та ін.

Розчинений кисень потрапляє у воду з повітря, а також може утворитися в результаті життєдіяльності зелених рослин, що населяють близькі до поверхні шари води. Концентрація кисню у воді залежить від забрудненості води та її температури. Так, при 0⁰С цей показник при тиску 1 атм. становить 14,56 мг/л, а при 30⁰С – майже в два рази менше. Цією обставиною пояснюється масовий замор риби спекотним літом в мілководних водоймах.

Сірководень H₂S у воді є наслідком мікробіологічного розкладання білкових речовин, відновлення гіпсовмісних порід, а також гідролізу сульфідів. Він згубно діє на рибу, надає воді запаху тухлих яєць, різко знижує вміст розчиненого у воді кисню.

Діоксид вуглецю потрапляє у воду внаслідок розкладу органічних залишків у природних умовах – у воді та ґрунті. У поверхневих водах (річках, озерах) його міститься не більше 20 мг/л, а в підземних немінералізованих водах до 40 мг/л.

Іодиди і фториди. Відсутність у питній воді йоду (найважливішого мікроелемента) позначається на розумовому розвитку людини; при малій концентрації іншого мікроелементу – фтору (до 0,7 мг/л) розвиваються хвороби зубів: карієс (руйнування емалі) і флюороз (плямистість емалі). Оптимальна доза фторидів лежить в межах від 0,7 до 1,5 мг/л.

2.3. Водні об'єкти міст та їх використання

Здавна міські поселення виникали по берегах річок і озер, які служили джерелом водопостачання, а часто зручним транспортним шляхом. У той же час річки використовувалися для видалення рідких і твердих відходів життєдіяльності людей і домашньої худоби, що призводило до їх забруднення, обмежуючи розташовані нижче за течією населені пункти можливості користуватися ними для питного водопостачання. Ріки ставали (і продовжують залишатися) рознощиками збудників інфекційних захворювань, таких як холера, дизентерія, черевний тиф та ін.

До водних об'єктів, розташованих в міській межі, відносяться поверхневі водні об'єкти: водотоки, водойми, моря, і підземні води. Територія, стік з якої формує водний об'єкт, називається водозбірної площею. Водотоки підрозділяються на річки, канали, струмки; водойми – на озера, водосховища, ставки.

Річки – це водні потоки, що постійно або більшу частину року течуть по поверхні суші, живляться стоком атмосферних опадів з поверхні свого водозбору.

Струмок – невеликий постійний або тимчасовий водний потік, утворений таненням снігових, або стоком дощових вод, або виходами на поверхню підземних вод.

Міські канали – штучні водотоки, що прокладаються для судноплавства, перекидання стоку річок або для запобігання повеней при змінно-нагінних явищах. Русло каналу влаштовується з залізобетону, рідше з кам'яної кладки, в окремих місцях канал забирається в трубу.

Моря підрозділяються на окраїнні, внутрішні і територіальні. Гирлова область ріки, що впадає в море безрукавним руслом, називається естуарієм, або лиманом.

Підземні води підрозділяються на водоносні горизонти та комплекси, утворюючи в підземеллі басейни і родовища. Природні виходи підземних вод на земну поверхню називаються джерелами (ключами). Вони утворюються зазвичай в знижених місцях, де земну поверхню перетинають водоносні горизонти. Джерела бувають холодними (з температурою води не вище 20°C, теплими (від 20 до 37°C) і гарячими, або термальними (понад 37°C). Періодично фонтануючі гарячі джерела називаються гейзерами. Вони знаходяться в областях недавнього або сучасного вулканізму (Ісландія, Камчатка, Нова Зеландія, Японія). Води мінеральних джерел містять різноманітні хімічні елементи і можуть бути вуглекислими, лужними, соляними і т.д. Багато з них мають лікувальне значення.

Водотоки. Річки підрозділяються на малі, середні та великі. Класифікаційні ознаки річок наведені в таблиці 2.1.

Табл. 2.1. Класифікація міських річок за розміром

Категорія річки	Загальна площа водозабору, км ²	Розхід води*, м ³ /с	Швидкість течії*, м/с	Коливання рівня, м
Мала*	до 2000	до 5	до 0,2	до 1
Середня	2000-50000	5-100	0,2-1	1-2
Велика	понад 50000	понад 110	понад 1	понад 2

* В маловодний період року

Водойми. Ці водні об'єкти за розміром поділяються на 4 категорії. Класифікаційні ознаки водойм наведено в таблиці 2.2.

Табл. 2.2. Класифікація водойм по морфометричних параметрах

Категорія водойми	Площа поверхні, км ²	Об'єм, км ³	Максимальна глибина, м
Мала	до 10	до 0,5	до 5
Середня	10-100	0,5-1	5-10
Велика	100-1000	1-10	10-50
Дуже велика	понад 1000	понад 10	понад 50

Величину коливань рівня води озер і водосховищ визначають за різницею між найбільшими і найменшими рівнями за багаторічний період. Коливання рівня поверхні водойми до 3 м відносяться до малих, від 3 до 20 м – до середніх, понад 20 м – до великих коливань рівня. Інтенсивною вважається кратність водообміну за рік, рівна 5, помірною – від 5 до 0,1, сповільненою – до 0,1.

За функціональним призначенням міські водойми поділяються, в основному, на природні, природно-рекреаційні, рекреаційні для купання, декоративні, технічні (ставки-регулятори, відстійники). Належність до того чи іншого виду використання водойми визначається його місцем розташування в місті (природні комплекси, селітебна територія), походженням (природні, штучні), ступенем проточності, водообміном, якісним складом.

Естуарії класифікуються по переважному гідрогеологічному режиму: стокові, припливно-відливні, змінно-нагінні, і по коливаннях рівня: до 0,5 м – малі, від 0,5 до 1 м – середні, понад 1 м – великі.

У межах міської межі водні об'єкти служать містоутворюючим чинником: уздовж і навколо них створюються і розвиваються житлові квартали, орієнтуються вулиці і проїзди. Міські водотоки і водойми мають естетичну значимість, вони використовуються для рекреації. При наявності судноплавних річок і каналів, у приморських містах в межах міської межі розташовуються порти.

Види водокористування на міських територіях досить численні.

До господарсько-питного водокористування належить використання водних об'єктів у якості джерел господарсько-питного водопостачання і для водопостачання підприємств харчової промисловості. До комунально-побутового водокористування належить використання водних об'єктів для купання, заняття спортом і відпочинку. До рибогосподарського водокористування належить використання водних об'єктів у якості

середовища проживання риб та інших водних організмів. Крім того, водойми і водотоки на території міських поселень можуть використовуватися для судноплавства, в технічних цілях (забір води для промислових підприємств тощо), навіть для відведення стічних вод. Слід підкреслити, що різні ділянки одного водного об'єкту можуть відноситись до різних категорій водокористування.

Якщо води міських водойм використовуються в лікувально-оздоровчих цілях і рекреації, їх якість повинна відповідати комунально-побутовим нормам. Відповідний контроль таких водних об'єктів проводиться Держсанепідслужбою.

На судноплавних річках, озерах і водосховищах умови проходження і стоянки суден, включаючи заходи з охорони вод від забруднення і засмічення, визначаються законодавством.

Використання водних об'єктів для плавання на маломірних плавальних засобах здійснюється відповідно до правил, що встановлюються місцевою адміністрацією відповідно до законодавства з метою захисту здоров'я відпочиваючих та охорони вод від забруднення.

Нажаль, зростаюче антропогенне навантаження на водні об'єкти міст часто призводить до різкого погіршення якості води і, в результаті, вони стають непридатними для життя та відтворення риб і інших водних організмів.

Нерідко в межах міської межі проводиться скидання забруднених вод у водні об'єкти, хоча це і заборонено законодавством.

Забір води з поверхневих водних об'єктів в межах міської межі здійснюється, як правило, тільки для технічного водопостачання, поливання міських територій та пожежога-
сіння.

Для забезпечення централізованого водопостачання міст використовують водні об'єкти, що відповідають нормам і вимогам, які

пред'являються до джерел господарсько-питного водопостачання і знаходяться на екологічно благополучних територіях (рис.2.1). На території України джерелами централізованого водопостачання в основному служать поверхневі води. Так, у столиці у водопр

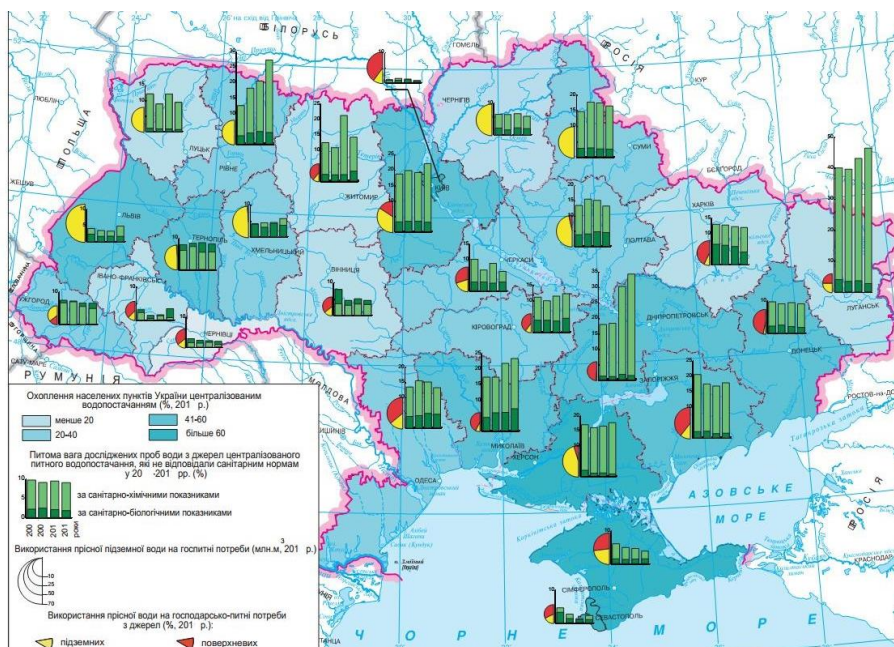


Рис. 2.1 Якість питної води з джерел централізованого питного постачання

відні мережі потрапляє вода з артезіанських свердловин (100 тис. м³), а також вода, підготовлена на Дніпровській водопровідній станції (250 тис. м³) та Деснянській НД (550 тис. м³). У більшості районів столиці подається змішана вода, тобто у ній міститься і Дніпровська, і Деснянська, і артезіанська у різному співвідношенні. Виключно воду з підземних артезіанських джерел п'ють мешканці Оболонського району Києва (цю воду не очищають коагулянтами та флокулянтами, але перед її подачею відбувається знезараження гіпохлоридом). Мешканці правого берега п'ють в основному воду, яку подає Дніпровська водопровідна станція, на лівому ж березі переважає постачання води з річки Десна.

Вибір джерела централізованого господарсько-питного водопостачання є принципово важливим завданням гігієни води і

водопостачання населених місць. Гігієнічно обґрунтований вибір джерела є передумовою забезпечення населення доброякісною питною водою в достатній кількості. Це одне з відповідальних завдань, від вирішення якого залежить здоров'я споживачів, санітарно-побутові умови проживання та благоустрій населеного пункту.

Вибір джерела водопостачання базується на кількох принципах.

Перший принцип – заснований на необхідності забезпечення споживача доброякісною питною водою. Без сумнівів, під час вибору джерела перевагу віддають тому, в якому якість води вище. У цьому сенсі оптимальними є підземні води, а серед них – джерела I класу, вода яких взагалі не потребує обробки.

Другий принцип – це принцип санітарної надійності. Тобто в основу вибору джерела покладені оцінка і прогноз ймовірності його забруднення. Зважаючи на умови формування, залягання і живлення підземні води значно краще захищені від попадання забруднень, і тому в санітарному відношенні мають перевагу в порівнянні з поверхневими. Найнадійнішими з гігієнічної точки зору є міжпластові напірні (артезіанські) води. Другу позицію займають міжпластові ненапірні води, третю – ґрунтові за умови штучного поповнення. Поверхневі водні джерела займають останнє місце. До того ж проточні водойми (річки), процеси самоочищення в яких протікають інтенсивніше, завжди мають перевагу над непроточними (озерами, водосховищами).

В системі охорони поверхневих вод (гігієнічні нормативи, показники та ліміти на скидання забруднень у водойми та здійснення контролю скидів) головна роль належить нормативам якості водних об'єктів – величинам ГДК, які мають законодавчо встановлений державний статус і покликані попередити забруднення води. *ГДК* – *максимальна концентрація речовини у воді (мг/л)*, за якої вона при надходженні в організм протягом всього життя не робить прямого або опосередкованого

впливу на здоров'я населення в сьогоденні і наступних поколіннях, у тому числі у віддалені терміни життя, а також не погіршує гігієнічні умови водокористування. Анліз води Дніпра в районі м. Києва в травні 2016 року показав, що річкова вода забруднена сполуками азоту, заліза загального на рівні 1 - 2 ГДК, сполуками мангану та цинку – 1 - 3 ГДК, міді – 2 - 6 ГДК, хрому шестивалентного – 7 - 11 ГДК. Вміст фенолів знаходився на рівні ГДК. У порівнянні з травнем 2015 р. у воді р. Дніпро в районі Києва дещо збільшився вміст сполук азоту амонійного, заліза загального, міді, цинку та хрому шестивалентного.

Під час вибору джерела централізованого господарсько-питного водопостачання, крім якості води та санітарної надійності, враховують достатність запасів води для задоволення потреб населеного пункту, визначають місця водозабору і оцінюють можливість організації зон санітарної охорони.

2.4. Охорона природних джерел. Зони санітарної охорони водозаборів

Забруднення води – актуальна глобальна проблема, яка потребує нагального вирішення. На порядку денному питання перегляду політики використання водних ресурсів на всіх рівнях. Вважається, що забруднення води є головною причиною смертельних випадків і хвороб. На планеті щодня реєструється більш ніж 14000 смертельних випадків, обумовлених вживанням неякісної води. В Індії щодня приблизно 580 людей вмирають від хвороб, пов'язаних із забрудненням води.

Приблизно у 90 % містах Китаю вода забруднена, а з 2007 року 500 мільйонів китайців не мають доступу до якісної питної води. На додаток до гострих проблем забруднення води в країнах, що розвиваються, розвинені країни також продовжують боротися з проблемами забруднення. Наприклад, у новій національній доповіді про якість води в Сполучених

Штатах Америки, 45 % оцінених миль річок, 47 % оцінених акрів озера і 32 % оцінених квадратних миль заток і естуарій були класифіковані, як забруднені. У 2007 році Голова національного агентства з питань розвитку Китаю повідомив, що одна чверть довжини семи головних річок країни мають воду, яка настільки отруєна, що шкодить шкірі людини при контакті.

Природні явища, такі як вулкани, морські водорості, шторми і землетруси викликають суттєві зміни в якості та екологічному статусі води.

Основні джерела забруднення природних вод: промисловість, сільське господарство, теплоенергетика, водний транспорт, атмосферні викиди, комунальні стоки. Забруднення води в наслідок сільськогосподарського виробництва для території міст не характерно.

Проблема охорони природних вод найгостріше стоїть в промислово розвинених країнах. Найбільшого забруднення природним водам завдає промисловість таких галузей, як нафтопереробна, хімічна, миловаріння, целюлозно-паперова, текстильна, металургійна, гірничодобувна та інші.

Майже всі стічні води, що містять нафтопродукти, негативно впливають на якість води. Вміст нафти навіть в кількості 0,2-0,4 мг/л додає воді запаху, який не зникає після хлорування. Фенолові сполуки стоків хімічних виробництв порушують біологічні процеси у воді і вона набуває різкого, неприємного запаху. Стічні води підприємств електрохімічної промисловості, рудозбагачувальних фабрик і підприємств по виробництву пестицидів, а також шахтні і копальневі води містять значну кількість цинку і міді. Вміст у водах синтетичних поверхнево-активних речовин викликає різке погіршення біохімічної очисної здатності водоймищ, що призводить до припинення росту водної рослинності, до посилення присмаку, запаху води тощо.

У наш час людство виробляє і використовує тисячі хімічних сполук, багато з яких не розкладаються на нешкідливі продукти, а накопичуються у воді і перетворюються в ще більш токсичні речовини. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва супроводжується збільшенням кількостей мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб. Внаслідок цього в навколишнє середовище потрапляє багато хімічних речовин, зокрема пестицидів, що діють на природу протягом тривалого часу, накопичуються в ґрунті, а потім потрапляють у водоносні пласти і водоймища.

Сільське господарство є основним джерелом забруднення водних ресурсів біогенними речовинами, які сприяють швидкому розвитку фітопланктону («цвітінню» води), викликають прогресуючу евтрофікацію (вміст у воді поживних речовин) водних об'єктів, призводять до порушення процесів самоочищення. Азот, що поступає в воду з добривами, перетворюється на легкокорозивні дуже рухливі нітратні форми та сприяє забрудненню ґрунтових підземних вод і робить їх непридатними для водокористування. Зрошувальне землеробство, при існуючій технології, дає великі зворотні стоки, які забруднені добривами і пестицидами, а також сильно мінералізовані.

Джерелом забруднень водоймищ стали численні великі тваринницькі ферми. Відходи тваринницьких господарств містять яйця гельмінтів і патогенні мікроорганізми, що є джерелом захворювань. Особливо небезпечні свинарські комплекси. Одна така ферма на 100 тис. голів за наслідками забруднень рівносильна місту з населенням близько 250 тис. людей.

Широко поширене забруднення поверхневих джерел (водосховищ) продуктами розпаду синьо-зелених водоростей. Особливо великий збиток від забруднення наноситься системам комунального і виробничого водопостачання, а також рибному господарству. Для усунення цього типу

забруднень потрібне збільшення витрат коагулянту, розширення площ відстійників, додаткові витрати електроенергії на фільтрацію. На теплових електростанціях забруднення води знижує ефект охолодження, призводять до перевитрати палива. Окрім цього, погіршуються умови використання водних ресурсів для рекреації – лікування, спорту і туризму.

З розвитком теплоенергетики збільшилось «теплове» забруднення водоймищ в результаті скидання відпрацьованих підігрітих вод. При підвищенні температури води посилюється її випаровування, підвищується мінералізація, відбувається швидкий розвиток водної рослинності і, отже, накопичення органічних речовин, а їх розклад знижує вміст розчиненого кисню, що негативно позначається на екологічному стані водоймища.

Розвиток водного транспорту призвів до додаткового забруднення річок, озер і морів внаслідок скидання в них недостатньо очищених відходів. Особливо велика кількість забруднень поступає від нафтоналивних суден в результаті аварій: 1 т нафти утворює плівку площею 10-12 км², що ускладнює надходження кисню у воду.

Радіоактивні відходи деяких виробництв представляють велику небезпеку для природних вод і споживаючих її живих організмів. Забруднення водоймищ відбувається і через атмосферу. Газоподібні викиди виробництв, що містять оксиди азоту, окис вуглецю, діоксид сірки, пил, золу і ін., переносяться повітрям і, розчиняючись в атмосферній волозі, випадають на поверхню землі у вигляді «кислотних» дощів.

Найбільш давнім видом забруднень водоймищ є надходження комунальних стоків міст і населених пунктів.

Давно відомо, що поверхневі і ґрунтові води взаємопов'язані, але за ви користування їх часто розглядають як окремі ресурси. В природі поверхнева вода просочується через ґрунт і стає ґрунтовою водою. З іншого боку ґрунтова вода може також жити джерела поверхневої води.

Джерела забруднення поверхневої води зазвичай поділяють на дві категорії, заснованих на їх походженні.

Точкові джерела

Забруднення води з точкового джерела відбувається від забруднювачів, які входять до водного шляху з єдиного, ідентифікованого джерела, такого як труба або канава. Наприклад, витік стічних вод зі станції очистки, фабрики чи міського зливого колектора.

Неточкові джерела

Неточкові забруднення – це забруднення, від сукупного ефекту невеликих кількостей забруднювачів, зібраних з великої площі. Загальний приклад – змив з хімічно удобрених орних земель азоту. Живильні речовини в штормовій воді від «листового потоку» із сільськогосподарської території або лісу також наводиться в якості прикладів забруднення NPS.

Забруднена дощова вода з території автостоянок, доріг і шосе, іноді включається в категорію неточкових джерел. Однак, дощовий стік, як правило, направляється в зливу систему міста, і скидається через труби в місцеві поверхневі водні джерела, таким чином він стає точковим джерелом.

Зони санітарної охорони – це території з особливим режимом, які виключають можливість забруднення та погіршення якості природних вод. Такі зони влаштовують навколо усіх водозаборів, які експлуатують поверхневі або підземні води для господарсько-питного водопостачання. Проект зон санітарної охорони складає невід’ємну частину кожного проекту водопостачання, без якої він не може бути затверджений. Проект повинен вміщувати установлені межі зон санітарної охорони і перелік заходів з санітарного оздоровлення їх територій.

Порядок визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них встановлений ст. 87 Водного

кодексу України та постановою Кабінету Міністрів України від 08 травня 1996 р. Постановою Кабінету Міністрів України від 18 грудня 1998 р. N 2024 затверджений “Правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів”.

Зона джерела водопостачання в місці розташування водозабірних споруд повинна складатися з трьох поясів: першого – суворого режиму, другого і третього – режимів обмеження господарської діяльності.

Зона санітарної охорони повинна включати водозабірні споруди, водосховища, водопідводящі канали, а також смугу прокладання водоводів.

Поверхневі джерела водопостачання. Межі першого поясу встановлюються на відстані від водозабору.

Для річок і каналів:

- вгору за течією – не менш 200 м;
- вниз за течією – не менше 100 м;
- по прилеглому до водозабору березі – не менше 100 м від берегової лінії рівня води при його максимальному значенні;
- у напрямку до протилежного берега: при ширині водотоку менш 100 м – від берегової лінії рівня води при максимальному його значенні, а при ширині водотоку більше 100 м – смуга акваторії шириною не менше 100 м;
- на водозаборах ковшового типу вся акваторія ковша та територія навколо нього – не менше 100 м.

Для водосховищ і озер:

- по акваторії в усіх напрямках – не менше 100 м від водозабору;
- по прилеглому до водозабору берегу – не менше 100 м від берегової лінії рівня води при його максимальному значенні.

Акваторія першого поясу санітарної охорони поверхневого джерела водопостачання повинна позначатися наземними стовпами-показчиками і бакенами. У несудноплавних водоймах бакени з освітленням встановлюються над оголовками водозаборів, а в судноплавній частині – поза суднового ходу.

На території першого поясу зони:

- забороняються всі види будівництва, крім основних водопровідних споруд; розміщення житлових та громадських будівель будь-якого призначення; прокладка трубопроводів різного призначення, крім тих, які обслуговують водопровідні споруди; випуск стічних вод, купання, водопій і випас худоби, прання білизни, рибна ловля, застосування отрутохімікатів для захисту рослин;
- всі будівлі повинні мати каналізаційне відведення у найближчу систему водовідведення з розташуванням очисних споруд стічних вод за межами першого поясу; при відсутності каналізації повинні бути побудовані водонепроникні вигреби з урахуванням санітарних вимог вивезення нечистот;
- повинно бути забезпечено відведення поверхневого стоку за межі першого поясу;
- допускаються санітарні рубки лісу та догляд за ним.

Межі другого поясу встановлюються:

- зона санітарної охорони включає територію по обидві сторони річки на відстані 500-1000 м (в залежності від рельєфу місцевості) вгору за течією, виходячи із пробігу води від межі поясу до водозабору при витраті води 95 % забезпеченості.
- вниз за течією – не менш 250 м.

Межі другого поясу у водосховищі і озері від водозабору по акваторії у всіх напрямках на відстані 3 км – при кількості вітрів до 10 % у бік водозабору і 5 км – при кількості вітрів більше 10 %; бічні межі аналогічні зазначеним відстаням для водотоків.

Межі третього поясу зони поверхневих джерел водопостачання вгору за течією або на всі боки по акваторії водойми повинні бути такими ж, як для другого поясу, бічні межі – по вододілу, але не більше 3-5 км від водотоку або водойми.

На території другого поясу джерела водопостачання забороняється:

а) забруднення території нечистотами, сміттям, гноєм, промисловими відходами та ін.;

б) розміщення складів отрутохімікатів і мінеральних добрив, паливно-мастильних матеріалів, накопичувачів, сміттєзвалищ та інших об'єктів, що сприяють забрудненню водойм;

в) розміщення скотомогильників, кладовищ, асенізації та фільтрації, зрошувальних систем, споруд підземної фільтрації, гноєсховищ, силосних траншей, тваринницьких і птахівничих підприємств та інших сільськогосподарських об'єктів та іншої господарської діяльності, що сприяє мікробному забрудненню водойм;

г) застосування добрив і отрутохімікатів;

д) проведення інших днопоглиблювальних робіт, не пов'язаних з будівництвом та експлуатацією водопровідних споруд;

е) влаштування літніх таборів для худоби та випасання її ближче ніж за 300 метрів від берега водного об'єкту.

На території другого поясу джерела водопостачання необхідно:

а) здійснювати регулювання відведення територій для населених пунктів та інших господарсько-побутових і оздоровчих установ виробничих і сільськогосподарських об'єктів, а також зміну технологій

промислових підприємств, що представляють небезпеку забруднення водойм;

б) упорядковувати населені пункти, промислові і сільськогосподарські об'єкти, передбачати організоване водопостачання та їх каналізування, організовувати відведення забруднених поверхневих стічних вод та ін;

в) приймати ступінь очищення різних стічних вод, що відповідають вимогам «Правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами»;

г) проводити санітарні рубки лісу та догляд за ним;

д) встановлювати місця переправ, мостів та пристаней;

е) при наявності судноплавства обладнати судна пристроями.

Допускається птахо розведення, прання білизни, купання, туризм, водний спорт, розміщення пляжів, рибна ловля в спеціальних місцях і відповідно до режиму, погодженим з місцевими органами санітарно-епідеміологічної служби.

Третій пояс зони санітарної охорони включає джерело водопостачання і басейн його живлення, тобто усі території і акваторії, які надають вплив на формування якості води джерела, що використовуються для водопостачання. Границі територій третього поясу річки або каналу визначають виходячи із можливості забруднення водоймища стійкими хімічними речовинами: верх за течією, виходячи із пробігу води від границь поясу до водозабору при витраті води 95% забезпеченості у термін до 3-5 діб; униз за течією – не менше 250 м; бічні границі – за водорозділом. Для водосховища або озера границі третього поясу установлюють, виходячи із тривалості протікання води від них до водозабору протягом не менше 5 діб при максимальній швидкості течії. При наявності судноплавства у межі другого поясу включається акваторія, яка прилягає до водозабору у межах фарватеру. Межі другого поясу

повинні гарантувати якість води за нормативними документами для річок і каналів на відстані 1 км верх за течією, а для озер і водосховищ – на 1 км у обидві сторони.

2.5. Підземні джерела водопостачання

Зона санітарної охорони підземних вод розподіляється на два пояси. *Межа першого поясу (зони суворого режиму)* проходить на відстані не менше 30 м від водоприймальних споруд при експлуатації артезіанських вод і не менше 50 м при експлуатації ґрунтових вод. На території зони суворого режиму забороняється, зокрема, розробка кар'єрів для добування піску, глини та ін.; буріння свердловин, прокладка шурфів, каналів, траншей та інших виробок, не пов'язаних з експлуатацією водозаборів. Очевидно, для інфільтраційних водозаборів у межі першого поясу необхідно включати прибережну територію між водоймищами і водоприймальною спорудою. Як показала практика, для поодиноких колодязів, які розташовані на території, що виключає забруднення ґрунтів, відстані від них до огороження допускається зменшувати відповідно до 15 м.

Другий пояс або зона обмежень охоплює територію, на якій обмежується господарська та виробнича діяльність людини для захисту водоносного горизонту від забруднення. У межах цього поясу зони санітарної охорони не повинно бути джерел забруднення. Забороняється влаштування накопичувачів та інших промислових басейнів стічних вод, скид стічних вод через поглинаючі свердловини, обмежуються земляні, будівельні та інші роботи. Особливо суворі міри обмеження застосовують при охороні водозаборів, які експлуатують тріщино-ґрунтові та карстові води. При експлуатації надійно ізольованих артезіанських вод обмеження не такі суворі: забороняється улаштування поглинаючих свердловин для скиду стічних вод, ліквідовуються колишні розвідувальні виробки (свердловини та ін.), установлюється жорсткий санітарно-технічний

контроль за прокладкою глибоких свердловин та шахт. У ряді випадків при експлуатації глибоко залягаючих артезіанських вод зона обмежень взагалі не встановлюється.

Розміри другого поясу зони санітарної охорони підземних вод не регламентуються і залежать від типу водозабору, гідрогеологічних і санітарних умов району. Для обґрунтування границь санітарної зони враховують умови живлення і характер руху підземних вод, досвід експлуатації існуючих водозаборів, можливі шляхи проникнення забруднень у підземні води, ступінь захищеності водоносного горизонту, що експлуатується, від забруднень, тощо. За допомогою спеціальних гідрогеологічних розрахунків визначають положення нейтральної (роздільної) лінії, що обмежує в плані область живлення водозабору, а також можливий час руху забруднень до водозабору (при обмеженому термінові експлуатації водозабору). На основі цих даних встановлюють границі другого поясу зони санітарної охорони.

Межа першого поясу зони санітарної охорони ділянки водоочисних споруд повинна збігатись з її огороженням, яке розташовують на відстані не менше 30 м від стін запасних і регулюючих ємностей, фільтрувальних споруд і насосних станцій; не менше 10 м від стін або конструкцій ствола водонапірної вежі; відстань від стін інших приміщень треба приймати за нормативними документами.

При прокладці водоводів на незабудованій території, зону санітарної охорони треба передбачувати у вигляді смуги шириною по обидві сторони від крайніх ліній: при відсутності ґрунтових вод або русі їх від водоводів при діаметрі до 1000 мм – 10 м, при діаметрі більше 1000 мм – 20 м, а при русі ґрунтових вод у напрямку до водоводів незалежно від їх діаметра – не менше 50 метрів. При прокладці водоводів на забудованій території допускається зменшення ширини смуги зони санітарної охорони.

2.6. Нормування якості природних вод водоймищ питного, культурно-побутового і рибогосподарського призначення

До 1 категорії відносяться водні об'єкти, що використовуються як джерела централізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості. До 2 категорії відносяться водні об'єкти для культурно-побутових цілей і ті, що знаходяться в межах населених пунктів. Вимоги щодо складу та властивостей води регламентуються залежно від категорій водних об'єктів.

Встановлені (“Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами №465-99”) різні види нормативів якості води у водоймищах в залежності від їх категорії за характером використання.

Нормування якості води водного об'єкту здійснюється шляхом встановлення сукупності допустимих значень показників її складу та властивостей, у межах яких забезпечуються безпечні умови водокористування і які встановлюються для води:

- що використовується для задоволення питних, господарсько-побутових і рекреаційних потреб;
- потреб рибного господарства.

Відповідно відрізняють *санітарно-гігієнічні нормативи якості води* (науково обґрунтовані величини концентрації забруднюючих речовин та показники якості води (загально фізичні, біологічні, хімічні, радіаційні), які не впливають прямо або опосередковано на життя і здоров'я населення) та *рибогосподарські нормативи якості води* (науково обґрунтовані величини концентрації забруднюючих речовин та показники якості води (загально фізичні, біологічні, хімічні, радіаційні), які не впливають на збереження і відтворення промислово цінних видів риб).

На ділянках водних об'єктів, які знаходяться в межах населених пунктів, незалежно від цілей водокористування нормативи

встановлюються як для води, що використовується для задоволення господарсько-побутових потреб.

Для вод, що використовується для задоволення питних, господарсько-побутових і рекреаційних потреб, при нормуванні якості встановлюються ГДК шкідливих речовин з врахуванням трьох показників шкідливості:

– органолептичного (характеризує здатність речовин змінювати органолептичні властивості: смак, запах, колір, тощо);

– санітарного (характеризує вплив речовин на процеси природного самоочищення вод);

– санітарно-токсикологічного (характеризує шкідливу дію речовин на організм людини).

Для вод, що використовується для потреб рибного господарства, при нормуванні якості встановлюються ГДК шкідливих речовин з врахуванням п'яти показників шкідливості:

- органолептичного;

- загально санітарного;

- санітарно-токсикологічного;

- токсикологічного (характеризує токсичність речовин для живих організмів, що живуть у водоймищі);

- рибогосподарського (характеризує вплив речовин на погіршення якості промислових риб).

Основними заходами охорони води від забруднення вважаються такі, котрі частково виключають утворення стічних вод, а також необхідність скиду їх у водоймища.

Заборонений скид у водоймища таких стічних вод, які можуть бути ліквідовані іншими шляхами: застосуванням раціональної технології, повторним використанням відпрацьованої води у системах оборотного водопостачання та використанням стічних вод у цілях

сільськогосподарського зрошування. Указані заходи дозволяють зменшити об'єми стічних вод, які підлягають скиду у водоймища.

Нагляд за виконанням умов спуску стічних вод у водоймища виконується санітарно-епідеміологічними станціями та управлінням експлуатації водогосподарських систем Держводгоспу України.

Контрольний створ, у якому мають дотримуватися санітарно-гігієнічний та рибогосподарський нормативи якості води, визначається залежно від конкретних умов, але не нижче 500 м від місця скидання зворотних вод на ділянках водних об'єктів, які використовуються для задоволення питних і господарсько-побутових потреб, на відстані одного кілометра вище від найближчого за течією пункту водокористування, а на водоймах акваторії – в радіусі одного кілометра від пункту водокористування.

Вода не повинна надавати сторонніх запахів та присмаків м'ясу риб. Забарвлення не повинно виявлятися у стовпчику води висотою 0,2 м для водоймищ категорії I та 0,1 м для водоймищ категорії II і морів. Реакція рН води водоймища після змішування її із стічними водами повинна бути у межах $6,0 \leq \text{pH} \leq 9,0$.

Отруйні речовини не повинні міститись у концентраціях, які можуть чинити прямо або непрямо шкідливий вплив на організм та здоров'я населення. Стічні води не повинні містити мінеральні масла та інші плаваючі речовини у такому об'ємі, який здатний утворювати на поверхні водоймища плівки та плями. Стічні води, які вміщують збудники хвороб, повинні підлягати обеззараженню після відповідного очищення. Методи обеззараження біологічно очищених побутових стічних вод повинні забезпечувати колі-індекс не більше 1000 при залишковому хлорі не менше 1,5 мг/л.

Мінеральний склад водоймищ категорії I не повинен перевищувати за щільним залишком 1000 мг/л, у тому числі хлоридів 350 мг/л та

сульфатів 400 мг/л, а для водоймищ категорії II нормується за показником «Присмаки». Температура води водоймища у результаті спуску у нього стічних вод не повинна підвищуватись літом більше ніж на 30°C у порівнянні із середньомісячною температурою найбільш спекотного місяця за останні 10 років.

Нормативи складу і властивостей води водоймищ, які використовуються для рибогосподарських цілей, у залежності від місцевих умов можуть відноситись або до району випуску стічних вод при швидкому змішуванні їх з водою водоймища, або до району нижче спуску стічних вод з урахуванням можливого ступеня їх змішування і розбавлення.

На ділянках масового нересту та нагулу риби спуск стічних вод заборонений. При випуску стічних вод у рибогосподарські водоймища ставляться більш високі вимоги, ніж при випуску стічних вод у водоймища, які використовуються для питних і культурно-побутових потреб населення.

Отруйні речовини у стічних водах не повинні міститись у концентраціях, які можуть надавати прямо або непрямо шкідливий вплив на рибу та водні організми, що служать кормом для риби. Деякі дані про гранично допустимі концентрації шкідливих речовин наведені у табл. 2.3.

Температура є одним із факторів, які впливають на токсичну дію речовин на мікроорганізми. При підвищенні температури сприйнятливність організмів до токсичних речовин збільшується.

Скид стічних вод у водоймища регламентуються “Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України”, затвердженими наказом Держбуду України 19 лютого 2002 р. N 37, а також “Інструкцією про встановлення та стягнення плати за скид промислових стічних вод у системи каналізації населених пунктів” та “Правилами користування системами

централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України”, затверджених наказом Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27.06.2008 р. № 190, зареєстрованих в Міністерстві юстиції України 07.10.2008 р. за № 936/15627.

На підставі цих правил та інструкцій водоканали розробляють місцеві «Правила» приймання стічних вод підприємств у систему каналізації населеного пункту, у яких установлюються допустимі концентрації (ДК) для кожної забруднюючої речовини, що може скидатися Підприємствами в систему каналізації, а також відображаються місцеві особливості приймання стічних вод підприємств у міську каналізацію.

Згідно з Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами (465-99-п), на випуску

Табл. 2.3. Допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водних об'єктів (наказ Держбуду України 19 лютого 2002 р. N 37)

Інгредієнт	ГДК, г/м ³ , для водоймищ господарсько-питного водопостачання	Показник шкідливості, що лімітує	ГДК, г/м ³ , для водоймищ рибогосподарського призначення	Нормативи, які регулюють вміст
1	2	3	4	5
Азот амонійний	2,0	С-т	0,5	Токс.
Аміни С10-С15	0,06	Орг.	-	-
Ацетон	2,2	Заг.	0,05	Токс.
Бензол	0,5	С-т	0,5	Токс.
Залізо	0,3	Орг.	0,05	Токс.
Капролактам	1,0	Заг.	0,01	Токс.
Мідь	0,1	Орг.	0,005	Токс.
Нафта та нафтопродукти	0,3	Орг.	0,05	Рибгосп.
Нікель	0,1	С-т	0,01	Токс.

1	2	3	4	5
Нітрати (за азотом)	45,0	С-т	40,0	С-т
Нітрити	3,3	С-т	0,08	Токс.
Сірковуглець	1,0	Орг.	1,0	Токс.
Фенол (карболова кислота)	0,001	Орг	0,001	Рибгосп.
Речовини, які не піддаються біологічному розкладу				
Гексахлорбензол	0,05	С-т	-	-
Дихлоранілін	0,05	Орг.	0,001	Токс.
Карбофос	0,05	Орг.	0	Токс.
Сульфати	500,0	Орг.	100,0	С-т
Тетраетілсвинець	0	С-т	-	-

ДК забруднюючих речовин у стічних водах Підприємств визначають, виходячи з таких умов:

- ДК забруднюючої речовини в каналізаційній мережі (на випуску Підприємства);
- ДК забруднюючої речовини в спорудах біологічної очистки (на вході в ці споруди);
- величини лімітів на скид забруднюючих речовин у водойму, які встановлені Водоканалам органами Мінекоресурсів України в дозволах на спеціальне водокористування;
- допустимого вмісту важких металів в осадах стічних вод, що використовуватимуться як органічні добрива.

З цих чотирьох величин найменша встановлюється як ДК.

стічних вод після очисних споруд повного біологічного очищення встановлені такі нормативи якості стічних вод: БСК₅ – 15,0 мг/л; ХСК – 80,0 мг/л; завислі речовини – 15,0 мг/л.

Особливості захисту морських водоймищ. Інтенсивна господарська діяльність у басейні Чорного моря призвела до виникнення складних

екологічних проблем. Це, насамперед, синдром морської евтрофікації, пов'язаний з інтенсивним надходженням з річковим стоком біогенних елементів, що спричинило масове "цвітіння" водоростей, зменшення вмісту розчиненого кисню, загибель бентосних організмів. Постійним явищем стали "червоні припливи" в прибережних водах.

При визначенні ДК забруднюючої речовини в стічних водах за ДК в каналізаційній мережі приймають за таблицею 2.4.

Табл. 2.4. Вимоги до складу та властивостей стічних вод підприємств для безпечного їх відведення каналізаційною мережею (наказ Держбуду України 19 лютого 2002 р. N 37)

Показники якості стічних вод	Допустимі величини
Температура	не вище 40 ⁰ С
pH	6,5-9,0
БСК, г/м ³	згідно з проектом міських очисних споруд або не більше 350
Завислі речовини та речовини, що спливають, г/м ³	згідно з проектом міських очисних споруд або не більше 500
Нерозчинні масла, смоли, мазут	не допускаються
Нафта, нафтопродукти, г/м ³	не більше 20
Жири рослинні та тваринні, г/ м ³	не більше 50
Хлориди, г/ м ³	не більше 350
Сульфати, г/ м ³	не більше 400
Сульфіди, г/ м ³	не більше 1,5
Кислоти, горючі суміші, токсичні та розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати в мережах та спорудах токсичні гази	не допускаються
Концентровані маточні та кубові розчини	не допускаються
Будівельне, промислове, господарсько-побутове сміття, ґрунт, абразивні речовини	не допускаються
Радіоактивні речовини, епідеміологічно небезпечні, бактеріальні та вірусні забруднення	не допускаються

Значним стало забруднення акваторії Чорного моря шкідливими речовинами, особливо нафтопродуктами. Після катастрофи на Чорнобильській АЕС відбулося забруднення вод Чорного моря радіонуклідами. Хімічне та інші види забруднення негативно позначилися на його біоті, що призвело до зменшення запасів промислових риб, а їхню екологічну нішу зайняла медуза аурелія.

Останніми роками в Чорному морі спостерігається негативна тенденція підвищення межі сірководневої зони, яка за останні три десятиріччя піднялася в середньому на 40 м, що може дуже негативно позначитися на усій екосистемі Чорного моря.

Азовське море сьогодні є зоною екологічної катастрофи. Ще 40-50 років тому в ньому виловлювали риби в 35 разів більше, ніж у Чорному морі, і в 12 разів більше, ніж у Балтійському. Раніше тут водилася риба 114 видів, загальний вилов її у сприятливі роки становив понад 300 тис. т на рік, переважно цінних порід. Тепер він зменшився в 6 разів. Риба, яку виловлюють, настільки забруднена хімікатами, що споживати її небезпечно.

Для запобігання подальшого погіршення екологічної ситуації у нашій країні велику увагу приділяють попередженню та усуненню забруднення морів. Уздовж морів та навколо морських заток і лиманів виділяється прибережна захисна смуга шириною не менше двох кілометрів від урізу води.

Для захисту морської води від забруднення законодавство (ст. 102 Водного кодексу України) забороняє скидати з суден і плавучих засобів, платформ та інших морських споруд і повітряних суден хімічні, радіоактивні та інші шкідливі речовини, а також радіоактивні або інші відходи, матеріали, предмети та сміття, які можуть спричинити забруднення моря.

Правила охорони внутрішніх морських вод територіального моря від забруднення і засмічення, затвержені постановою Кабінету Міністрів України від 29 лютого 1996 р. Ними передбачено, що з метою запобігання забрудненню внутрішніх морських вод і територіальних вод конструкція і обладнання суден мають відповідати вимогам, встановленим міжнародними договорами України щодо запобігання забрудненню морського середовища із суден. Операції із забруднюючими речовинами, їх сумішами, а також із зворотними водами підлягають обов'язковій реєстрації в суднових документах, форми яких узгоджуються з державними інспекціями охорони Чорного і Азовського морів Міністерства екології та природних ресурсів України. Забороняється скидання із суден очищених господарсько-побутових стічних вод у чотиримильній зоні прибережних вод. Такі стічні води повинні накопичуватися та здаватися на судна-збірники або на берегові очисні споруди. В зазначених Правилах встановлені й інші вимоги щодо охорони внутрішніх морських вод та територіального моря.

2.7. Вимоги до якості питної води

Питна вода – це вода, яка придатна для вживання людиною внутрішньо і відповідає встановленим нормам якості. Дефіцит прісної води – одна з найважливіших проблем людства, яку воно намагається вирішити як на планетарному рівні, так і на рівні окремих країн. Питання дефіциту водних ресурсів в Україні – одна з найгостріших екологічних проблем держави, а зниження якості питної води сьогодні як ніколи турбує населення.

Питання дефіциту водних ресурсів тісно пов'язане з проблемою якості питної води. В Україні по обом пунктам ситуація склалась катастрофічна. На жаль, екологічний стан більшості басейнів українських річок, із яких, в основному, і забезпечується водопостачання населення, не

можна назвати задовільним. У деяких містах та окремих регіонах відхилення від норми становить 70-80%. Навіть підземні води далеко не скрізь відповідають вимогам, які висуваються до питної води. В результаті неякісну воду для питних потреб використовує значна частина населення.

Проблема екологічної безпеки водних об'єктів актуальна для всіх водозбірних басейнів України. У більшості з них вода має класи якості «забруднена» і «брудна». Найгостріша ситуація склалась в басейнах Дніпра, Сіверського Донця, приазовських річок та деяких приток Західного Бугу і Дністра, де вода класифікується як «дуже брудна».

Негативним наслідком процесів урбанізації, які інтенсивно відбуваються в Україні, стала надмірна концентрація об'єктів промисловості на обмеженій території. Високий рівень забрудненості, незадовільний стан систем життєзабезпечення, швидкий ріст населення міст і розширення їх територій призвели до того, що більшість поверхневих вод стали непридатними до використання. Найбільш густонаселеними та, відповідно, екологічно проблемними стали місто Київ, міста «мільйонники», а також східна частина України. В деяких населених пунктах питна вода не відповідає нормам за фізико-хімічними показниками. Близько 1200 населених пунктів частково або повністю задовольняють потреби у питній воді закупаючи привозну воду.

Залежно від технології отримання виокремлюють такі види питних вод:

- оброблені – питна вода, що виготовляється з води, отриманої з поверхневих джерел питного водопостачання, підземних джерел питного водопостачання шляхом очищення чи домінералізації;

- необроблені (природні) – вода, отримана безпосередньо з підземних джерел питного водопостачання, яка за всіма показниками відповідає вимогам Санітарних норм без їх очищення (крім освітлення) чи домінералізації.

З 12 травня 2010 р. в Україні введено у дію новий нормативний документ – Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН 2.2.4-171-10) "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною", його положеннями регламентуються 69 показників якості питної води та методи їх контролю. В цьому документі значно розширений перелік показників у порівнянні з аналогічним нормативним документом 1996 р., нормативні значення ряду з них стали більш жорсткими (наприклад, вміст заліза загального, марганцю, кадмію).

Додатково передбачено також введення 23 показників – частково з 2015 р., частково – з 2020 р., які відносяться до групи високотоксичних поллютантів (наприклад, бензапірен, хлорорганічні сполуки). Для порівняння слід вказати, що Директива Ради Європи 98/83/ЕС про якість води для споживання людиною від 03 листопада 1998 р. містить більше 170 показників, які слід контролювати у питній воді.

Питна вода, призначена для споживання людиною, повинна відповідати таким гігієнічним вимогам: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад.

Табл. 2.5. Показники епідемічної безпеки питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
			водопровідної, пунктів розливу та бюветів	з колодязів та каптажів джерел	фасованої
1	2	3	4	5	6
1. Мікробіологічні показники					
1	Загальне мікробне число при t 37°C – 24 год	КУО/см ³	< 100 (<50)	не визначається	< 20
2	Загальне мікробне число при t 22°C – 72 год	КУО/см ³	не визначається	не визначається	< 100
3	Загальні коліформи	КУО/100 см ³	відсутність	<1	відсутність

1	2	3	4	5	6
4	E.coli	КУО/100 см ³	відсутність	відсутність	відсутність
5	Ентерококи	КУО/100 см ³	відсутність	не визначається	відсутність
6	Синьо-гнійна паличка (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	КУО/100 см ³	не визначається	не визначається	відсутність
7	Патогенні ентеробактерії	наявність в 1 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність
8	Коліфаги	БУО/дм ³	відсутність	відсутність	відсутність
9	Ентеровіруси, аденовіруси, антигени Ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	наявність в 10 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність
2. Паразитологічні показники					
10	Патогенні кишкові найпростіші: цисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидія кишкова та інші	клітини, цисти в 50 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність
11	Кишкові гельмінти	клітини, яйця, личинки в 50 дм ³	відсутність	відсутність	відсутність

Гігієнічну оцінку безпечності та якості питної води проводять за показниками епідемічної безпеки (мікробіологічні, паразитологічні), санітарно-хімічними (органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні) та радіаційними показниками.

Органолептичні показники (запах, смак і присмак, забарвленість, каламутність) – фізичні властивості питної води, що сприймаються органами чуття.

Мікробіологічні показники – показники епідемічної безпеки питної води, перевищення яких може призвести до виникнення інфекційних хвороб у людини.

Паразитологічні показники – показники епідемічної безпеки питної води, перевищення яких може призвести до виникнення паразитарних інвазій у людини (табл. 2.5).

Фізико-хімічні показники безпечності води складаються з показників неорганічних компонентів (20 компонентів, сюди входить рН води), органічних компонентів (хлор залишковий зв'язаний).

Санітарно-токсикологічні показники якості питної води складаються з граничних концентрацій 16 неорганічних, 3 органічних речовин та одного інтегрального показника (перманганатна окиснюваність), які вказують на токсикологічну безпечність.

Введені показники фізіологічної повноцінності мінерального складу води (таблиця 2.6). *Показники радіоактивного забруднення води.* Тут нормуються сумарна об'ємна активність бета- і альфа-випромінювання. У разі перевищення встановлених нормативів проводиться додатковий контроль і радіонуклідного складу забруднень у відповідності з діючими нормами радіаційної безпеки (таблиця 2.7.).

Вміст у питній воді шкідливих речовин, не зазначених у Санітарних нормах, не повинен перевищувати їх гранично допустимих концентрацій (ГДК), визначених санітарними нормами для поверхневих вод.

Табл. 2.6. Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи
1	2	3	4
1	Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	1,5-7,0 г
2	Загальна лужність	ммоль/дм ³	0,5-6,5 г
3	Йод	мкг/дм ³	0-30 г
4	Калій	мг/дм ³	2-20 г
5	Кальцій	мг/дм ³	25-75 г
6	Магній	мг/дм ³	10-50 г
7	Натрій	мг/дм ³	2-20 г

1	2	3	4
8	Сухий залишок	мг/дм ³	200-500 г
9	Фториди	мг/дм ³	0,7-1,2 г

За наявності у питній воді декількох речовин з однаковою лімітуючою ознакою шкідливості, що належать до I та II класів небезпеки, сума відношення концентрацій (C_1, C_2, \dots, C_n) кожної із речовин до відповідної ГДК не повинна перевищувати одиницю:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1$$

Таблиця 2.7. Радіаційні показники безпечності питної води

№ з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи
1	Сумарна активність природної суміші ізотопів U	Бк/дм ³	<1
2	Питома активність ²²⁸ Ra	Бк/дм ³	<1
3	Питома активність ²²⁸ Ra	Бк/дм ³	<1
4	Питома активність ²²² Rn	Бк/дм ³	< 100
5	Питома активність ¹³⁷ Cs	Бк/дм ³	<2
6	Питома активність ⁹⁰ Sr	Бк/дм ³	<2

Отже в цілому нормативна база України достатньо жорстко нормує показники якості питної води для споживання людиною. Проте немає ніяких гарантій, що вода, підготована для питного споживання, не перетвориться на технічну в процесі транспортування до споживача в результаті вторинного забруднення через транспортну мережу водогонів, амортизація якої сягає 60-80%.

2.8. Основні етапи підготовки води

Вимоги, що пред'являються до води показниками її якості зумовлюють вибір методів очищення природної води. Нижче перераховані методи, що найбільш часто застосовуються на практиці.

1. Видалення грубодисперсних речовин шляхом відстоювання, фільтрування з попередньою коагуляцією або поєднання цих методів.
2. Коагулювання – видалення дрібнодисперсної суміші.
3. Знезараження води – знищення патогенних мікроорганізмів.
4. Стабілізація води – видалення з води речовин, що викликають корозію металу і бетону.
5. Дегазація води – видалення розчинених у ній газів.
6. Усунення присмаків і запахів води.
7. Пом'якшення і знесолення води.
8. Переклад тимчасової жорсткості в постійну.
9. Опріснення води, що застосовується в тих випадках, коли вміст у ній солей сильно підвищений.
10. Коригування вмісту у воді заліза, марганцю, кремнієвої кислоти і фтору.
11. Очищення води від радіоактивних речовин.

Освітленням називають процес видалення з води завислих часток. Найбільші з них видаляють відстоюванням, яке застосовують як самостійний процес або в поєднанні з коагуляцією. Для прискорення процесу освітлення фільтрують воду через шар зернистого матеріалу – піску, антрациту, керамзиту і т.п. Причому швидкість фільтрування визначається розмірами частинок. Для освітлення каламутних і слабозабарвлених вод зазвичай використовують повільну фільтрацію (0,2-0,4 м/год).

Тонкодисперсні суспензії видаляють з води за допомогою коагулювання, тобто обробки води хімічними реагентами, які викликають укрупнення зважених часток і прискорюють їх осідання. Природні води нерідко містять в підвішеному стані ґрунтові органічні речовини, кремнієву кислоту, різні глинисті мінерали, які при гідролізі утворюють негативно заряджені колоїдні частинки. Додавання коагулянтів викликає їх

осадження. Звичайно як коагулянтів використовують сульфат алюмінію $\text{Al}_3(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, оксихлорид алюмінію $\text{Al}_2(\text{OH})_5 \cdot \text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ і хлорид заліза (III) або їх суміш.

Знебарвленням називають комплекс процесів, що сприяють видаленню з води забарвлених колоїдів та істинно розчинених речовин. Пофарбовані колоїди осідають в процесі коагуляції, а пофарбовані розчинені речовини усувають шляхом їх окислення хлором, озоном, перманганатом калію або шляхом їх сорбування активованим вугіллям.

Для знищення хвороботворних бактерій і вірусів, що містяться у воді, проводять її знезараження. Процес фільтрації і коагуляції води колоїдів, що містяться в ній, частково знижують її бактеріальну забрудненість. Для повного ж знезараження воду дезинфікують, для чого найчастіше використовують хімічні методи дезинфекції: обробку води газоподібним хлором і його похідними (хлорним вапном $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, діоксидом хлору ClO_2 , гіпохлоритом натрію NaClO , хлораміном (NH_2Cl) , а також озоном O_3 . В останні роки стали проводити знезаражування води за допомогою ультрафіолетових променів.

Сукупність процесів відстоювання, фільтрування, коагуляції та знезараження води становить технологічну схему водопідготовки. Залежно від обсягу оброблюваної води в необхідній мірі очищення використовують безреагентні і реагентні (рис. 2.2) схеми, які відрізняються розмірами водоочисних споруд та умовами їх експлуатації.

Безреагентні очисні системи зазвичай використовуються для водопостачання промислових об'єктів з незначним водоспоживанням, де досить освітлення і знебарвлення води. До їх складу зазвичай входять: пристрій для забору води, відстійники, камера утворення (коагуляції), піщаний фільтр і резервуар.

Значно інтенсивніше і ефективніше протікає водопідготовка із застосуванням реагентів: хлору, озону та ін. Подібні схеми з глибоким

освітленням води застосовується для господарсько-питних потреб і для тих промислових об'єктів, де до якості технічної води пред'являються високі вимоги.

Природні води іноді мають неприємний запах або присмак, які викликаються розчиненими у воді сірководнем, деякими органічними сполуками тощо. Для їх усунення воду часто пропускають крізь шар дезодоранту – активованого вугілля, який адсорбує забруднення.

Близько 90 % водоочисних станцій в Україні побудовані і будуються із застосуванням типових проектів, розроблених 15 і більше років тому. Однак зараз у зв'язку з інтенсивним антропогенним забрудненням водних джерел (нафтопродукти, феноли, пестициди, СПАР, іони важких металів, сполуки азоту та ін.) Бар'єрна роль традиційних очисних споруд по відношенню до таких забруднень виявилася незначною. У силу цієї обставини розроблені технічні рішення, що доповнюють передбачену типовими проектами технологію очищення новими процесами – озонуванням і сорбційною фільтрацією, які в сукупності забезпечують більш глибоке очищення води.

Включення в технологічну схему водоочисних станцій в якості завершального етапу озono-сорбційної обробки – третього ступеня очищення, розглядається зараз як один з основних напрямків підвищення якості питної води. До безперечних переваг озонування води слід віднести: поліпшення органолептичних властивостей води і надзвичайно високу бактерицидну активність в широкому інтервалі рН і температури відносно бактерій, вірусів, спор. Озон виробляється на місці, для його отримання потрібно лише достатню кількість електроенергії. З хімічних препаратів необхідні силікагель (для осушення повітря перед озонуванням) і луг (з метою створення оптимальних умов розчинення озону). При обробці води озоном (на відміну від інших реагентних методів) мінеральний склад, лужність, рН, показник стабільності і змісту вільної вуглекислоти

залишаються без зміни. Нарешті, озон сприяє видаленню з води заліза і марганцю, окисленню сульфідів, нітритів і сірководню.

Однак слід зазначити і суттєві недоліки, властиві процесу знезаражування води озоном. Крім складної технологічної схеми, великих витрат електроенергії і відповідно високої собівартості знезараження озоном, небезпечних умов праці і необхідності руйнування залишкових (до 15-30% від вихідного) кількостей озону перед викидом в атмосферу відпрацьованих газів, обробка

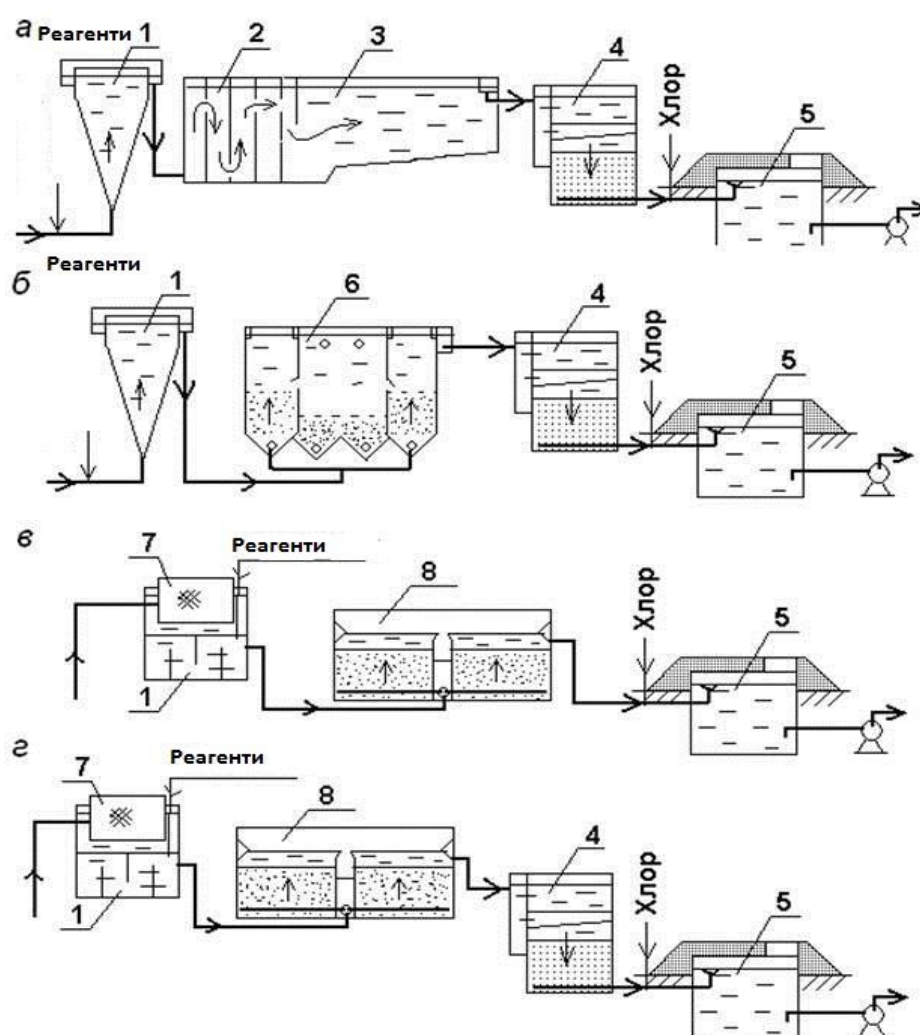


Рис. 2.2 Схеми освітлення води з основними спорудами:

а – з відстійниками – швидкими фільтрами; б – з освітлювачами зі зваженим шаром – швидкими фільтрами; в – з контактними освітлювачами; г – з контактними префільтрами – швидкими фільтрами; 1

– змішувач; 2 – камера утворення; 3 – відстійник; 4 – швидкий фільтр; 5 – РЧВ; 6 – освітлювач зі зваженим осадом; 7 – барабанна сітка; 8 – контактний освітлювач

озоном викликає появу у воді шкідливих для здоров'я людини хімічних сполук мутагенного та канцерогенної дії.

До недоліків принципового значення відноситься і відсутність бактерицидної післядії: вода, оброблена озоном, в силу швидкого розкладання останнього, легко піддається вторинному (зовнішньому) бактеріальному забрудненню. Внаслідок цього питну воду перед подачею споживачам піддають додатковому знезараженню озоном або хлором. При цьому консервуючу дозу хлору беруть 1,2 г/м³.

Ряд недоліків, властивих озонуванню, можна усунути, як вважають багато вчених, шляхом поєднання озонування з сорбційним (за допомогою активованого вугілля) очищенням води від небажаних домішок. Тому на даному етапі мова йде про такий напрямок в підготовці питної води, який, максимально використовує переваги озону як окиснювача та дезинфектора, в той же час в тій чи іншій мірі здатний нейтралізувати відмічені раніше недоліки озонування.

В даний час в практику водопідготовки та водовідведення активно і не без підстави впроваджується метод ультрафіолетової обробки води. Будучи, по суті, високоточною мікробіологічною зброєю, ультрафіолет стрімко висувається в ряд найбільш ефективних з еколого-гігієнічних позицій методів підготовки питної води. Правда, одним з основних його недоліків, крім енерговитратності (проте поступається озонуванню), є відсутність бактерицидної післядії. Для усунення цього недоліку ряд вчених пропонують поєднувати УФ-обробку води з введенням невеликих (менше ГДК) кількостей іонів срібла або міді.

Іноді природні води містять багато діоксиду вуглецю, присутність якого сприяє розчиненню карбонату кальцію (переводячи його в

гідрокарбонат) і тим самим прискорює руйнування бетонних гідротехнічних споруд. Такий діоксид вуглецю називається агресивним, і його слід видаляти з води. У ряді випадків з води доводиться видаляти хлор, кисень, сірководень та інші гази. Дегазація води здійснюється хімічними, фізичними, фізико-хімічними методами.

Хімічні методи дегазації засновані на додаванні до води речовин, які реагують з розчиненими в ній газами. Так, для зв'язування діоксиду вуглецю використовують КОН, СаО, Na₂CO₃; для дехлорування води використовують діоксид сірки SO₂, тіосульфат натрію Na₂S₂O₃, сульфід натрію Na₂SO₃, аміак NH₃ і інші реагенти; сірководень руйнують хлором з подальшою коагуляцією утвореної сірки і т.п.

Однак хімічні методи дегазації вимагають суворого дозування реагентів, що додаються до води, так як їх надлишок погіршує властивості води. Тому в ряді випадків зручніше використовувати фізико-хімічні методи дегазації і, в першу чергу, фільтрування води крізь шар речовин, здатних реагувати з розчиненими газами. Цим методом видаляють агресивний діоксид вуглецю, пропускаючи воду крізь шар мармурової крихти:



2.9. Класифікація систем водопостачання

Система водопостачання – це комплекс інженерних споруд, які призначені для забору води від джерела, очищення (у випадку необхідності), зберігання запасів води та її постачання до місця споживання.

Нормативні вимоги до водопостачання сформульовані у будівельних нормах:

- СНиП 2.04.01-85 «Внутренний водопровод и канализация зданий»;
- СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;

-ДБН В.2.2-9-99 «Будинки і споруди: Громадські будинки та споруди».

Системи водопостачання класифікуються за такими ознаками:

За призначенням системи водопостачання поділяють на:

- господарсько-питні, які призначені для постачання води на господарчі та питні потреби населення та працівників промислових підприємств;

- виробничі, які подають воду на технологічні потреби виробництва;

- протипожежні, які забезпечують водопостачання та пожежогасіння;

- об'єднані системи водопостачання: господарсько-протипожежні, виробничо-протипожежні або господарсько-протипожежні.

У містах та населених пунктах найчастіше влаштовують об'єднані господарсько-питні водопроводи. Цими водопроводами вода подається до промислових підприємств, якщо вони споживають у невеликих розмірах питну воду.

При великих витратах води промислові підприємства мають самостійні водопроводи, які забезпечують підприємство водою як із зовнішнього джерела (міського магістрального водопроводу), так і від місцевих джерел – поверхневих та підземних. Влаштовують системи водопостачання, які забезпечують господарсько-питні, виробничі та протипожежні потреби, тобто будують господарсько-питні та виробничі водопроводи, об'єднуючи їх з протипожежними. Перевага віддається об'єднанню протипожежного водопроводу з господарським, а не із виробничим, тому що водопровідна мережа не охоплює усіх об'єктів підприємства. Крім того, для деяких технологічних процесів воду необхідно подавати під визначеним тиском, який змінюється при пожежогасінні, що може привести до аварії. Тому пожежні гідранти найчастіше розташовують на господарчо-протипожежному водопроводі. При необхідності, гідранти можливо встановлювати і на господарчих

водопроводах, якщо витрати води на пожежогасіння значно менше господарчо-питних потреб. Окремі протипожежні водопроводи влаштовують на найбільш пожежо-небезпечних об'єктах – підприємствах нафтохімічної та нафтопереробної промисловості, складах нафти та нафтопродуктів, сховищах зріджених газів та інших.

За тиском водопроводи поділяються на водопроводи:

- низького тиску;
- високого тиску.

У мережі низького тиску вільний тиск на рівні поверхні землі (пожежному гідранті) мусить бути не менше 10 м водяного стовпа та на кожен поверх будівлі вище першого додається ще 4 м. При цьому необхідний для гасіння пожежі тиск на пожежному стволі створюється пересувними пожежними автонасосами, що постачають воду по пожежним рукавам до місця пожежі.

У системах високого тиску вода до місця пожежі подається безпосередньо від гідрантів, а необхідний для пожежогасіння напір у мережі та біля стволів забезпечується стаціонарними пожежними насосами, які розміщують у насосних станціях.

За видом джерела водопостачання:

- з водопостачанням з поверхневих, підземних джерел, а також зі змішаними джерелами водопостачання.

За способом подачі води:

- напірні – із подачею води насосами;
- самотічні – при розміщенні водного джерела на висоті, що забезпечує природне водопостачання споживачів.

За кількістю об'єктів, що обслуговуються: централізовані, місцеві, групові, зонні.

Централізовані системи водопостачання зустрічаються найчастіше. Вони використовуються для подачі води до населених пунктів,

промислових підприємств в них. Представляють собою централізовану систему з одним або декількома джерелами водопостачання, які забезпечують подачу води до однієї мережі.

Місцеві системи водопостачання обслуговують одну будівлю або невелику групу компактно розміщених будівель від одного поблизу розташованого джерела (наприклад, промислове підприємство, район міста). Якщо водопровід подає воду до декількох об'єктів (наприклад, групи малих населених пунктів, групи промислових підприємств), він має назву групового водопроводу. Для живлення водою під необхідним тиском різних районів населеного пункту, що мають значну різницю у геодезичних відмітках, влаштовують зонні системи.

2.10. Схеми водопостачання населених пунктів

На території більшості населених пунктів існують різні категорії водоспоживачів, які користуються водою різної якості та кількості.

У сучасних міських водопроводах витрати води на технологічні потреби складають у середньому до 40 % від загального об'єму водоспоживання, при цьому біля 85 % забирається від поверхневих джерел, 15 % – від підземних.

Вибір джерела водопостачання визначається технічними та економічними показниками.

Схема водопостачання для міст з використанням поверхневих вододжерел показана на рис 2.3. Вода поступає у водоприймач (оголовок) 1 та по самотічним трубам 2 подається до берегового колодязя 3, а із нього насосною станцією першого підйому (НС-I) до очисних споруд – відстійників 5 та фільтрів 6. Після очищення та знезаражування хлором або іншим засобом, вода подається до резервуарів чистої води (РЧВ) 7, від яких забирається насосною станцією другого підйому НС – II, і по

водовадам 9 до баку водонапірної башти 10, після чого подається магістральною 11 та розподільчою 12 мережами до споживачів 13.

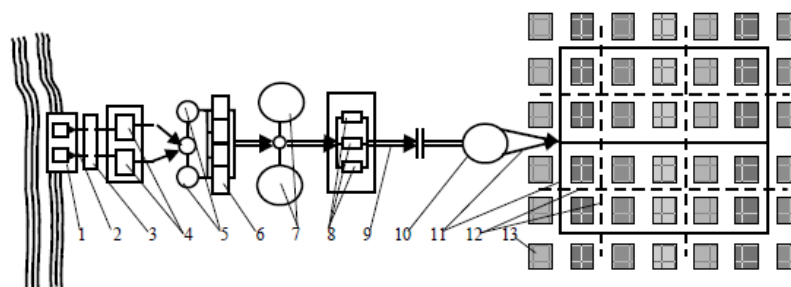


Рис. 2.3 Схема водопостачання населеного пункту:

1 – оголовок, 2 – самотічні труби. 3 – береговий колодезь, 4 – насосна станція першого підйому, 5 – відстійники, 6 – фільтри, 7 – резервуари чистої води, 8 – насосна станція другого підйому, 9 – водоводи, 10 – водонапірна башта, 11 – магістральна мережа, 12 – розподільча мережа, 13 – водоспоживачі.

Очисні споруди необхідні для очищення води від забруднювачів та надання воді необхідних фізичних, хімічних та бактеріологічних якостей. Їх робота найбільш ефективна при рівномірному постачанні води.

Насосна станція другого підйому будується із урахуванням режиму водоспоживання, який протягом доби нерівномірний. Регулювання нерівномірності роботи насосних станцій першого та другого підйомів досягається за рахунок влаштування резерву чистої води (РЧВ) та водонапірних башт, гідропневмоустановок та гідрокодон.

Водонапірні башти використовують для створення необхідного тиску води у мережі. У РЧВ водонапірних баштах зберігається запас води для пожежогасіння.

Схеми водопостачання з використанням підземних джерел влаштовуються, як правило, без очисних споруд (рис. 2.4). Вода подається безпосередньо до резервуарів чистої води.

При використанні підземних вод, а також при водопостачанні великих міст використовується схема з декількома джерелами водопостачання. Як правило, джерела водопостачання розміщуються із різних сторін населеного пункту (рис. 2.5). Таке водопостачання забезпечує більш рівномірний розподіл води в мережі.

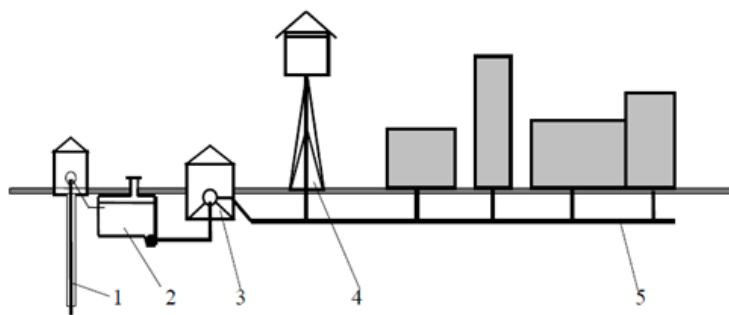


Рис. 2.4 Схема водопроводу на підземному джерелі:

1 – артезіанська свердловина з насосом, 2 – запасний резервуар, 3 – насосна станція другого підйому, 4 – водонапірна башта, 5 – водопровідна мережа.

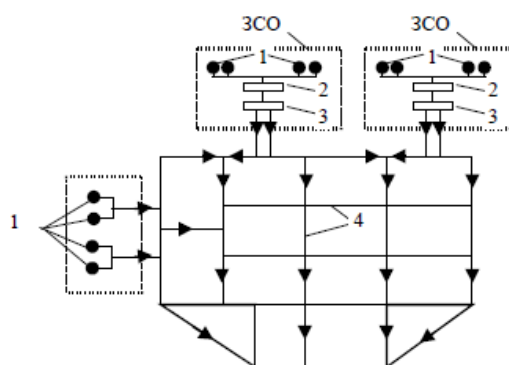


Рис. 2.5 Схема водопроводу із тристороннім живленням водою

1 – артезіанські свердловини, 2 – запасні резервуари, 3 – насосні станції другого підйому, 4 – водопровідна мережа міста, ЗСО – зона санітарної охорони.

У невеликих населених пунктах, характерних для сільської місцевості, використовують прості, дешеві схеми водопостачання – схема водопостачання малих населених пунктів.

Якщо чисельність мешканців не перевищує 5000 осіб, згідно нормативним вимогам влаштовують об'єднаний водопровід високого тиску, що забезпечує господарчо-питні, виробничі та протипожежні потреби.

Розповсюдженою схемою для сільських водопроводів є схема із забором води від місцевих джерел за допомогою шахтних колодязів, або свердловин із прямою подачею до водопровідної мережі з включенням в схему водонапірної башти. Господарчо-питні потреби малих населених пунктів значно менше витрат води на пожежогасіння або рівні їм. Таким чином, водопровід мусить забезпечити при пожежі подачу води у розмірах, значно більших ніж у звичайний час. Забезпечення цього можливо за рахунок підвищеної потужності насосних станцій, передбаченням пожежних резервуарів, збільшенням діаметрів труб, але це не завжди економічно доцільно. У таких випадках влаштовують тільки господарчо-питний водопровід, а воду на пожежогасіння забирають із пожежних водоймищ та резервуарів, розміщених біля водопроводів, які забезпечують поповнення пожежних запасів води.

Для відбору води на пожежні потреби встановлюють пожежні гідранти, для забору питної води – гідрант-колонки та водорозбірні колонки.

Для водопостачання населених пунктів, що не мають значних джерел водопостачання, використовують групові системи водопостачання, довжиною декілька сотень кілометрів. Десятки насосних станцій перекачують значні об'єми води – сотні та тисячі метрів кубічних за добу. Для регулювання водоспоживання біля насосних станцій влаштовують резервуари, де зберігаються запаси води на пожежогасіння.

Для забезпечення населення безперебійним постачанням питної води належної якості, ефективності та надійності функціонування підприємств водопровідно-каналізаційного господарства, раціонального використання

джерел питного водопостачання прийнято Закон України «Про Загальнодержавну програму "Питна вода України" на 2006-2020 роки». Реалізація Програми дозволить удосконалити нормативно-правову базу у сфері питного водопостачання, підтримувати стабільний рівень забезпечення населення якісною питною водою з поступовим його наближенням до нормативів визначених Євросоюзом, поліпшити надійність функціонування систем водопостачання та водовідведення населених пунктів, підвищити якість послуг, запобігти виникненню загострення соціальної та санітарно-епідеміологічної ситуацій в країні, тощо.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Чому академік А. Ферсман назвав воду «мінералом життя»? Яку роль відіграє ця унікальна речовина в розвитку життя на планеті?

2. Який зв'язок між якістю води та здоров'ям людини? Чи згодні ви, що чиста питна вода – це загострюваний в часі лімітуючий фактор розвитку нашої цивілізації?

3. Які природні домішки містяться в чистій прісній воді? Які солі викликають її жорсткість?

4. Перелічіть і охарактеризуйте види водокористування в міській структурі.

5. З якою метою встановлюються зони санітарної охорони району водозабору? Хто контролює виконання санітарних заходів у зазначених зонах?

6. Що таке лімітуюча ознака шкідливості?

7. У чому полягає спеціальний режим на території водоохоронних зон і прибережних захисних смуг? Яка мінімальна ширина водоохоронної зони для річок?

8. Які фізичні, хімічні та мікробіологічні показники беруться до уваги при оцінці якості питної води?

9. Перерахуйте основні етапи водопідготовки. Чим різняться схеми реагентного і безреагентного очищення води, і де вони використовуються?

10. Чому така увага приділяється знезараженню питної води? Чи відомі вам факти масових захворювань людей, обумовлених недоброякісною питною водою?

3. ПІДЗЕМНІ ВОДИ

3.1. Підземні води: характеристика, склад і використання

Підземні води – це води, які знаходяться у верхній частині земної кори (до глибини 12-16 км) в рідкому, твердому і пароподібному станах.

Ресурси підземних вод питних якостей розподілені на території України вкрай нерівномірно. Водозабір підземних вод становить 21%, що свідчить про можливість ширшого використання їх у багатьох областях.

На материках вони утворюють суцільну оболонку, яка не переривається навіть в областях сухих степів і пустель. Як і поверхневі води, вони знаходяться в постійному русі і беруть участь у загальному круговороті води в природі. Будівництво та експлуатація більшості наземних споруд і всіх підземних пов'язані з необхідністю обліку руху підземних вод, їх складу та стану. Від підземних вод залежать фізико-механічні властивості і стан багатьох гірських порід. Вони часто затоплюють будівельні котловани, канали, траншеї і тунелі, а, виходячи на поверхню, сприяють заболочуванню території. Підземні води можуть бути агресивним середовищем по відношенню до гірських порід. Вони виступають основною причиною багатьох фізико-геологічних процесів, що виникають в природних умовах, в процесі будівництва та експлуатації інженерних споруд.

Підземні води так само поділяються на інфільтраційні, конденсаційні, ювенільні та змішані (рис. 3.1).

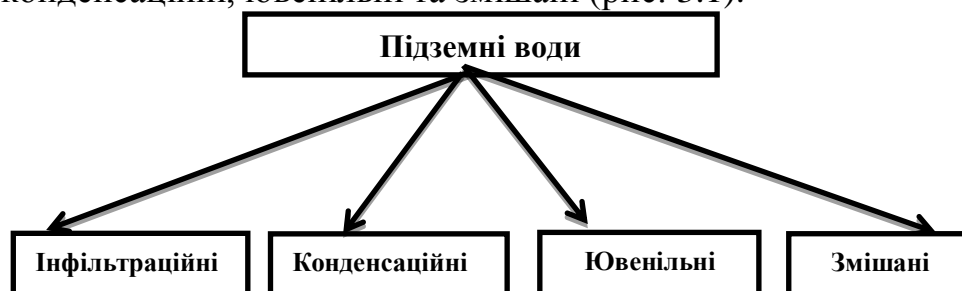


Рисунок 3.1. Класифікація підземних вод

Підземні води в основному утворюються в результаті просочування (інфільтрації) атмосферних опадів і поверхневих вод в товщу земної кори. Вода проходить через водопроникні породи по водотривкому шару і накопичується на ньому, утворюючи підземний басейн або потік. Така підземна вода називається *інфільтраційною*. Кількість інфільтраційної води залежить від кліматичних умов місцевості, рельєфу, рослинності, складу порід верхньої товщі, їх структури і текстури, а також тектонічної будови району. Інфільтраційні підземні води є найпоширенішими.

Підземна вода може утворюватися також шляхом конденсації пароподібної води, постійно циркулює в порах гірських порід. *Конденсаційна* підземна вода утворюється тільки влітку і частково навесні і восени, а взимку не утворюється зовсім. Конденсацією водяної пари А.Ф. Лебедев пояснював утворення значних запасів підземної води в зонах пустель і напівпустель, де кількість атмосферних опадів мізерна. Конденсуватися можуть не тільки водяні пари атмосфери, але і водяні пари, що виділяються з магматичних вогнищ та інших високотемпературних зон земної кори. Такі підземні води називаються *ювенільними*. Ювенільні підземні води зазвичай сильно мінералізовані. У ході геологічного розвитку в товщі земної кори можуть зберігатися поховані водні басейни. Вода, що міститься в осадових товщах цих басейнів, називається *реліктовою*.

Утворення підземних вод являє собою складний процес, що починається накопиченням опадів і тісно пов'язаний з геологічною історією району. Дуже часто підземні води різного походження переміщуються між собою, утворюючи *змішані* за походженням води.

Верхню частину земної кори з точки зору розповсюдження підземних вод прийнято ділити на дві зони: зону аерації та зону насичення (рис. 3.2). У зоні аерації не завжди всі пори гірських порід заповнені водою. Усі води зони аерації живляться за рахунок атмосферних опадів,

інтенсивно випаровуються і поглинаються рослинами. Кількість води в цій зоні визначається кліматичними умовами. У зоні насичення, незалежно від кліматичних умов, завжди всі пори гірських порід заповнені водою. Над зоною насичення знаходиться підзона капілярного зволоження. У цій підзоні тонкі пори заповнені водою, а великі повітрям.

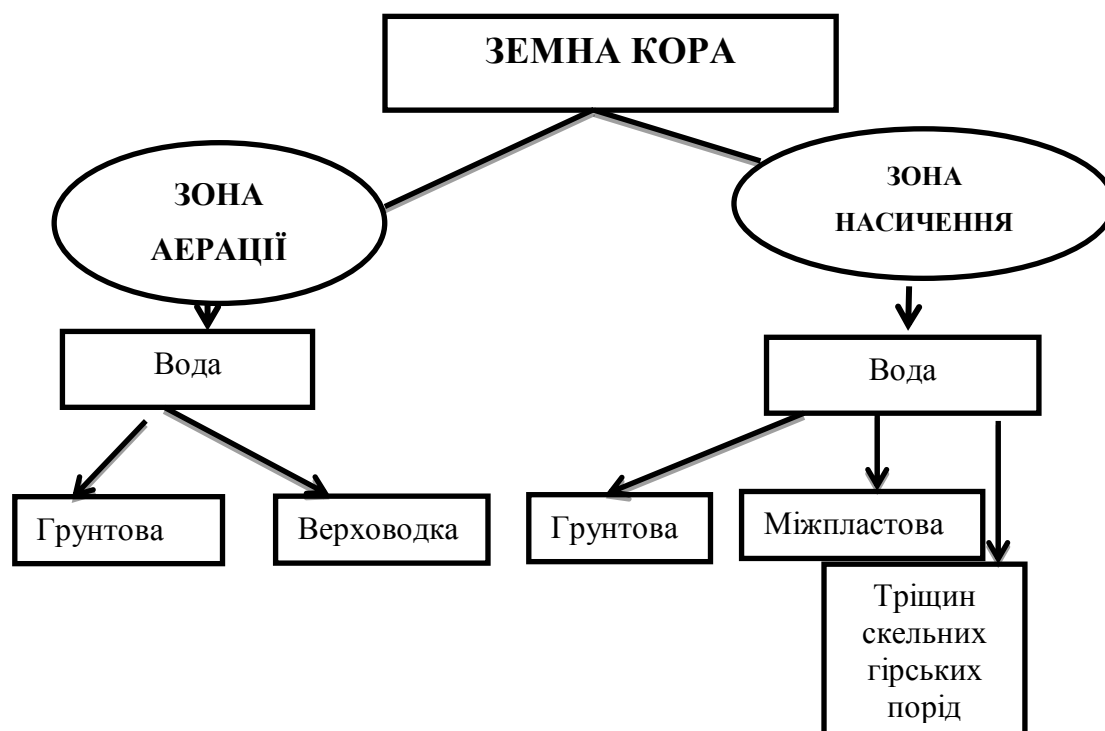


Рис. 3.2. Підземні води

У зоні аерації утворюються ґрунтова вода і верховодка. Ґрунтова вода залягає безпосередньо біля поверхні землі. Це єдина вода, яка не має під собою водоупору і представлена, в основному, зв'язаною і капілярною водою.

Ґрунтова вода знаходиться в складному взаємозв'язку з тваринами і рослинами. Вона відрізняється різкими коливаннями температури, наявністю мікроорганізмів і гумусу. З ґрунтовою водою будівельники стикаються тільки на заболочених ділянках.

Верховодка утворюється в зоні аерації на водонепроникних лінзах. Верховодкою також називають будь-які тимчасові скупчення води в зоні аерації. Атмосферні опади, що проникають в цю зону, можуть тимчасово затримуватися на слабопроникних або ущільнених шарах. Найчастіше це відбувається навесні в період сніготанення або в період рясних дощів. У посушливі періоди верховодка може зникати. Характерними особливостями верховодки є непостійність існування, обмеженість розповсюдження, мала потужність і безнапірність. Верховодка нерідко створює труднощі для будівельників, так як наявність або можливість її утворення не завжди встановлюється при інженерно геологічних вишукуваннях. Новоутворена верховодка може викликати підтоплення інженерних споруд, заболочування територій.

Грунтовою називається вода, що залягає на першому від поверхні землі постійному водотривкому шарі. Грунтові води існують постійно. Вони мають вільну водну поверхню, так зване дзеркало ґрунтових вод, і водотривке ложе. Ділянка поверхні землі, з якого поверхнева і атмосферна вода надходить у водоносний горизонт, називається областю живлення ґрунтових вод. Область живлення ґрунтових вод завжди збігається з областю їх розповсюдження. Грунтові води в силу наявності вільної водної поверхні є безнапірними, тобто рівень води в свердловині встановлюється на тій же позначці, на якій зустрінуто вода.

Залежно від умов залягання ґрунтових вод розрізняють ґрунтові потоки і басейни. Грунтові потоки мають похиле дзеркало і знаходяться в безперервному русі в сторону ухилу водоупору. Грунтові басейни мають горизонтальне дзеркало і зустрічаються набагато рідше.

Грунтові води, перебуваючи в постійному русі, мають тісний зв'язок з поверхневими водотоками і водоймами. У районах, де атмосферні опади переважають над випаровуванням, ґрунтові води зазвичай живлять річки. У посушливих районах дуже часто вода з річок надходить у ґрунтові води,

поповнюючи підземні потоки. Може існувати і змішаний тип зв'язку, коли з одного берегу ґрунтові води живлять річку, а з іншого – вода з річки надходить у ґрунтовий потік. Характер зв'язку може змінюватися в залежності від кліматичних та деяких інших умов (рис. 3.3).

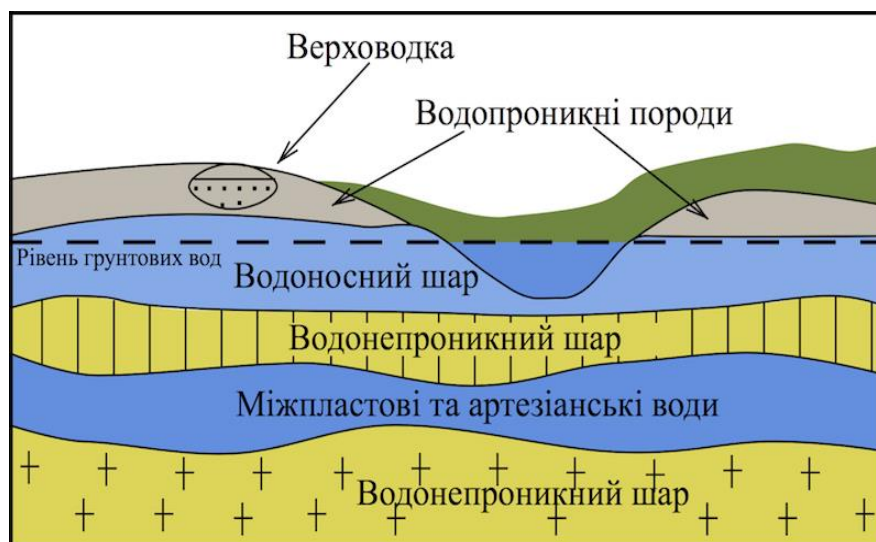


Рисунок . 3.3. Типи підземних вод

Міжпластові підземні води залягають між двома водотривкими шарами і залежно від умов залягання можуть бути напірними чи безнапірними. В кожному міжпластовому водоносному горизонті розрізняють область живлення, де горизонт виходить на поверхню, область напору й область розвантаження, де вода виливається на поверхню землі або дно ріки чи озера у вигляді висхідних джерел. Видобуток міжпластових вод здійснюється через бурові свердловини. Якість води свердловини значною мірою залежить від її відстані від границі області живлення.

Характерною особливістю міжпластових вод є відсутність у них розчиненого кисню. Тим не менш біологічні процеси суттєво впливають на їхній склад. Сіркобактерії окислюють сірководень до сірчаної кислоти, залізобактерії утворюють конкреції заліза й марганцю, які частково

розчиняються у воді. Азотредуктуючі види бактерій здатні відновлювати нітрати та нітроти до вільного азоту й аміаку.

Міжпластові води, завдяки захищеності від поверхневого забруднення, постійності складу й достатньо великого дебіту, високо оцінюються із санітарної точки зору і при обранні джерела господарсько-питного водопостачання мають перевагу перед іншими водними джерелами. Досить часто міжпластові води можуть використовуватися для питних цілей без попередньої обробки. Єдиним принциповим обмеженням їхнього вибору, як джерела господарсько-питного водопостачання, є недостатній дебіт горизонту у порівнянні з потрібною потужністю водопроводу.

Тріщинні води – підземні води, що залягають і циркулюють в щільних осадових, магматичних і метаморфічних гірських породах, порушених тріщинами. Ці води переміщуються за системою зв'язаних тріщин різних розмірів, що утворюються в гірських породах під впливом тектонічних, кліматичних, геоморфологічних та інших факторів. Горизонти тріщинних вод найчастіше характеризуються відносно високими фільтраційними властивостями, низькою мінералізацією, безнапірним або слабонапірним режимом. З тріщинними водами пов'язані підвищені водопритоки (іноді раптові прориви) в гірничі виробки, для ліквідації яких проводять заходи щодо водозахисту виробок.

Підземні води – природні розчини, що містять понад 60 хімічних елементів (в найбільших кількостях – К, Na, Ca, Mg, Fe, Cl, S, C, Si, N, O, H), а також мікроорганізми (окислюють і відновлюють різні речовини). Як правило, підземні води насичені газами (CO_2 , O_2 , N_2 , C_2H_2 та ін.). За ступенем мінералізації підземні води поділяють (за В.І. Вернадським) на прісні (до 1 г/л), солонуваті (від 1 до 10 г/л), солоні (від 10 до 50 г/л) і підземні розсоли (понад 50 г/л); в більш пізніх класифікаціях до підземних розсолам відносять води з мінералізацією понад 36 г/л. Залежно від

температури (°C) розрізняють: переохолоджені підземні води (нижче 0), холодні (від 0 до 20), теплі (від 20 до 37), гарячі (від 37 до 50), вельми гарячі (від 50 до 100) і перегріті (понад 100).

На території міста часто порушується зв'язок підземних вод з поверхневими водотоками і водоймами. Це є результатом інтенсивного викачування підземної води для потреб міста і пониження рівня горизонту ґрунтових вод.

Три чверті європейців використовують підземну воду як питну, у той час як її споживає половина жителів в США. Для міських територій з великою щільністю населення ця чиста ґрунтова вода викачується, головним чином, з водоносних шарів.

Підземні води використовуються як питна вода, для технічних цілей та для сільськогосподарських потреб.

Питні води – води, за своєю якістю в природному стані або після обробки, що відповідають нормативним вимогам і призначені для питних і побутових потреб людини, або для виробництва харчової продукції. Цей тип вод включає також мінеральні природні столові води, до яких відносяться підземні води із загальною мінералізацією не більше 1 г/дм³, що не вимагають водопідготовки або що не змінюються після водопідготовки свого природного складу.

Технічні підземні води – води різного хімічного складу (від прісних до розсолів), призначені для використання у виробничо-технічних і технологічних цілях, вимоги до якості яких встановлюються державними або галузевими стандартами, технічними умовами або споживачами.

В якості питної води підземні води використовуються в таких європейських країнах як Італія, Австрія, Данія, Угорщина та Україна. Використання підземної води для промислових цілей переважає в Японії, Південній Кореї, Нідерландах та Норвегії. Для сільськогосподарських

потреб підземна вода використовується в Індії, Китаї, Австралії, Греції, Саудівській Аравії, Іспанії, Аргентині, Мексиці і в частині США.

У містах попит на воду великий, але підземні водні ресурси обмежені. Багато в чому процес відновлення водних ресурсів залежить від стану самого міського середовища. Цей важливий чинник відповідає не тільки за обсяг підземних водних ресурсів, але і за рівень їх забруднення.

3.2 Антропогенний вплив на підземні води

На режим підземних вод у багатьох районах істотно впливають антропогенні фактори, тобто діяльність людини. Будівництво штучних водоймищ та водосховищ формує нові водоносні горизонти або підвищує рівень існуючих. Наприклад, на півдні Запорізької та Дніпропетровської областей до будівництва Каховської гідроелектростанції рівень ґрунтових вод знаходився на глибині 35-38 м, а нині на глибині 2-3 м. У районі Дніпродзержинська рівень ґрунтових вод піднявся на 3-5 м.

При зрошенні залишки води, які не затримуються у рослинному шарі, просочуються в товщу гірських порід, поповнюючи підземні води. При цьому відбувається змикання води зрошення з ґрунтовими водами, піднімання їх ввверх, що часто призводить до засолення родючого ґрунту.

Одним із факторів підвищення рівня ґрунтових вод є витік води з водогонів та каналізації. Наприклад, в Одесі за 50 років експлуатації водопровідної мережі та каналізації рівень ґрунтових вод піднявся на 15 м. У містах та населених пунктах з новим водопроводом втрати води становлять 15-18%. Якщо термін експлуатації наближається до 50 років, то втрата води становить 18-30%, більше 50 років – понад 50%.

Забудова території та асфальтування місцевості змінюють тепловий режим гірських порід. Відбувається міграція пароподібної води під будівлі та споруди і її конденсація. Наприклад, на забудованій території міста

Кривого Рогу за 8 років спостережень рівень ґрунтових вод піднявся на 4 м. Перепад температури становить 4-8°C.

При вирубуванні лісу має місце зниження рівня ґрунтових вод, а при насадженні – його підвищення.

Основною причиною зниження рівня підземних вод є експлуатація водоносних горизонтів, які для багатьох населених пунктів є основним джерелом водопостачання.

Так, за 50 років експлуатації Московського артезіанського басейну його рівень знизився на 50 м. На Кавказі рівень підземних вод за 30 років експлуатації знизився на 60 м.

Серед проблем, що виникають при взаємодії ґрунтових вод з міським середовищем забруднення ґрунтових вод. Підземні води в порівнянні з поверхневими, в цілому характеризуються значно вищою природною захищеністю від різних видів забруднення. Однак і для підземних вод, особливо для умов першого від поверхні ґрунтового водоносного горизонту, існує досить багато шляхів їх можливого забруднення. Основними джерелами забруднення підземних вод є:

1. Промислові відходи. Містять величезну кількість важких металів, органічних сполук, нафтопродукти і радіоактивні матеріали. Підземні води в міських складах промислових відходів суттєво забруднені.

2. Зливаюча вода. Переносить велику кількість різних забруднюючих речовин (важкі метали, нафтопродукти, органічні речовини, нітрати і солі проти обмерзання доріг), які потрапляють як у поверхневі водні об'єкти, так і просочуються у підземні води.

3. Побутові стічні води. Забруднення відбувається через стічні труби каналізації. Склад побутових стоків досить стабільний. У них містяться, в основному органічні домішки, а також різні типи бактерій, у тому числі і патогенні.

4. Звалища твердих побутових відходів. Під впливом дощової води органічні і неорганічні складові цих твердих побутових відходів розчиняються, створюючи високотоксичний фільтрат, що збирається в основі звалища. Він, як правило, характеризується високим вмістом важких металів, аміаку, токсичних органічних сполук і патогенних речовин. Він також має високий показник БПК і при просочуванні в ґрунтові води призводить до їх серйозного забруднення.

5. Будівельне сміття. Будівельне сміття і відходи гірничодобувної промисловості, використовувані в будівництві, створюють величезний, дуже гетерогенний комплекс джерел хімічних речовин, які через землі міста потрапляють у ґрунтові води. Складові елементи доріг і дорожнього полотна є прикладом такого забруднення.

6. Території сільськогосподарського використання. Менш поширене забруднення на території міста. На сільськогосподарських територіях ґрунтові води забруднюються внаслідок надмірного застосування отрутохімікатів і добрив. Забруднення ґрунтових вод відбувається такими речовинами: пестицидами, нітратами і фосфатами.

При оцінках ступеня забруднення і якості природних, у тому числі підземних вод, користуються показниками «гранично допустимих концентраціях» (ГДК) забруднюючих речовин, при перевищенні яких води стають непридатними для господарсько-питного використання.

Взаємодія між ґрунтовою та поверхневою водами дуже складна. Забруднення ґрунтової води не так детально класифіковано, як забруднення поверхневої води.

Поширення забруднюючих речовин від ділянок (вогнищ) забруднення в самому водоносному горизонті визначається напрямком і швидкістю руху потоку підземних вод. Однак конвективний перенос забруднюючих речовин з потоком підземних вод практично завжди супроводжується проявом ряду хімічних (вилуговання, випадання в

осад, комплексоутворення та ін.), фізико-хімічних (сорбція, дифузія, дисперсія) і мікробіологічних процесів, що істотно впливають на склад і вміст тих чи інших компонентів.

Основними видами забруднення підземних вод є бактеріальне, хімічне і так зване теплове забруднення. Бактеріальне забруднення пов'язане з появою в підземних водах хвороботворних бактерій, що може бути причиною масових випадків, головним чином кишкових захворювань при використанні забруднених вод у господарсько-питних цілях. Більшість хвороботворних (патогенних) бактерій, за наявними оцінками, зберігають свою життєдіяльність короткий час (максимально до 1000 діб), тому бактеріальне забруднення, як правило, не поширюється на значні відстані і носить тимчасовий характер. На жаль, в даний час існують обмежені дані про виживання та розповсюдження хвороботворних бактерій і вірусів в умовах водоносних горизонтів.

Бактеріальне забруднення, як правило, найбільш інтенсивно проявляється в першому від поверхні (грунтовому) водоносному горизонті. Осередки забруднення найчастіше пов'язані з полями асенізації та фільтрації, скотними дворами, вигрібними ямами, несправностями каналізаційних мереж, ділянками скидання каналізаційних стоків у поверхневі води або закачування їх у поглинаючі криниці та свердловини і т.д.

Хімічне забруднення підземних вод є найбільш поширеним і важко усуненим. Воно проявляється в наявності (появі) у підземних водах мінеральних і органічних речовин, відсутніх в природних умовах, або в збільшенні концентрації раніше наявних компонентів хімічного складу до значень, що різко перевищують їх вміст у природних умовах. Оцінки ступеня забруднення підземних вод в даний час виконуються головним чином для прісних підземних вод, використовуваних для господарсько-питного водопостачання. При цьому до власне забруднених вод зазвичай

відносять підземні води, в яких вміст тих чи інших нормованих хімічних речовин перевищує ГДК, що робить їх непридатними для використання або навіть небезпечними для здоров'я людини.

Проте в загальному випадку на початковій стадії забруднення, вміст тих чи інших компонентів може і не досягати значень ГДК, а забруднення в цьому випадку буде фіксуватися по появі в підземних водах хімічних речовин, відсутніх в природних умовах, або з підвищенням концентрацій «природних» компонентів вище максимальних (для даного району, водоносного горизонту і т.д.) значень, які спостерігаються в природних умовах.

Залежно від виду господарської діяльності та складу відходів набір забруднюючих хімічних речовин може бути надзвичайно широким. З промисловими відходами в залежності від характеру виробництва, у водоносні горизонти можуть надходити залізо, цинк, хром, важкі метали, сульфати, хлориди, ціаніди, роданіди; на нафтопереробних і хімічних підприємствах – феноли, альдегіди, жирні кислоти, сполуки азоту, поверхнево-активні речовини та ін.

Тепловим забрудненням умовно можна назвати підвищення температури підземних вод, що відбувається з тих чи інших причин при експлуатації водозабору. Температура вод може зрости внаслідок залучення більш нагрітих поверхневих вод (з річок, озер і т.п.), особливо якщо водозабір розташований поблизу водойми, а водоносний горизонт утворений добре проникними відкладеннями (тріщинуватими скельними породами або галечниками). Підвищення температури підземних вод виникає також на ділянці скидання в поглинаючі свердловини відпрацьованих теплових технологічних стічних вод. Подібні порушення природного температурного режиму підземних вод характерні головним чином для міських територій, великих промислових підприємств, а також для ділянок «поховання» високотемпературних рідких відходів

промислового виробництва. У ряді випадків підвищення температури ґрунтових вод можуть бути пов'язані також з самозайманням, або хімічним розкладанням твердих промислових та побутових відходів у місцях їх складування.

Наслідки дії теплового забруднення можуть бути різними. Зокрема, вони можуть призводити до деградації багаторічної мерзлоти, порушення теплового режиму діяльного шару. Зростання температури підземних вод не дозволяє в ряді випадків використовувати їх для практичних цілей відповідно до санітарних та інших норм. У цих умовах міняються хімічний склад, смакові якості, біологічні властивості і кількість розчинених газів, особливо кисню. Хімічні наслідки зміни температурного режиму підземних вод різноманітні. По-перше, вони призводять до створення нерівноважних гідрогеологічних систем, зазвичай прискорюють (рідше уповільнюють), протікання хімічних процесів. По-друге, теплове забруднення, як правило, супроводжується іншими видами забруднень – хімічним, мікробіологічним, радіоактивним, що призводить до вкрай небажаних екологічних наслідків. Теплове забруднення підземних вод найчастіше пов'язане з діяльністю електростанцій, особливо атомних та енергоємних виробництв, а також нагрітих трубопроводів і бурових свердловин. У цих районах створюється своєрідний мікроклімат, утворюються контрастні теплові аномалії, які поширюються на ґрунтові води, скидаються великі обсяги гарячих і теплих вод.

«Теплі острова» з'являються на території міських агломерацій, трас трубопроводів видобувних свердловин, їх дихання обігріває великі площі. Теплове поле може змінюватися і на великих глибинах (до 3 км) при відкачуванні і закачуванні води.

Зазвичай в підземних водах процес самоочищення проходить повільно. Очищення води в основному залежить від чотирьох процесів: фільтрація хімічних речовин, адсорбції на частки ґрунту, хімічних реакцій

і ступеня розведення. Так мікроорганізми і кисень, як правило, знаходяться в підземних водах в дуже незначній кількості, то процес мікробіологічного розкладання, як дуже важливий процес очищення поверхневих вод, в цілому в підземних водах обмежений.

В даний час відомі нечисленні дослідження про вплив забруднюючих речовин на організми підземних вод. Азотні і фосфорні сполуки використовуються в якості джерела живлення мікроорганізмами вод. Неорганічні та органічні токсичні сполуки, важкі метали, пестициди змінюють склад фауни ґрунтових вод. Крім того для них характерний ефект "біоаккумуляції" важких металів, тобто, збільшення концентрації забруднюючої речовини в організмах останньої ланки харчової мережі. Цей же процес спостерігають для підземних вод з підвищеним вмістом радіоактивних речовин.

3.3. Живі організми підземних вод

Підземні води по суті невидима зона для досліджень живих організмів екологами або іншими вченими. Дивні й дивовижні тварини ховаються там, чекаючи свого відкриття. Дослідження підземних печер і шахт показали, що тварини там вельми відрізняються від тих, які ми звикли бачити на землі. Вік підземних тварин і мікроорганізмів, місце їх проживання варіюють у широкому діапазоні. Вони мешкають у водоносних горизонтах, вік яких оцінюється від 100 до 10000 років, а обсяги від 100 до 100 000 м³.

Підземні мікроорганізми включають в себе бактерії і гриби, а також найпростіших як первинних консументів. Всі мікроорганізми є кормом для багатоклітинних тварин підземних вод, тобто, для мікро- і макробезхребетних.

Підземні тварини зосереджені у верхньому шарі підземних вод. Тут мікроорганізми і мертва органічна речовина (детрит) опускається зверху

вниз і є їжею для тварин підземних вод. Зона взаємодії між підземними та поверхневими водами, представлена такими типами субстратів як вапняково-карстові і пористі породи під відкладення. Вапняково-карстові породи легко вимиваються водою, і тому у вологих кліматичних умовах у них утворюються печери, воронки, численні тріщини, по яких стікають потоки води, утворюючи підземні струмки і ріки. Організми підземних вод карсту ще мало вивчені. Розглянемо місця проживання і організми підземних вод пористих порід і відкладень.

Цей пористий субстрат утворює простір, який, як правило, має витягнуту, округлу форму і різні розміри. Підземні води по них течуть повільно. Пористість породи визначає процентний об'єм води в підземному резервуарі або водоносному горизонті. Проникність визначає швидкість водного потоку через цей підземний резервуар, а дисперсність визначає дисперсію, наприклад, мікроорганізмів або забруднюючих речовин, у водосховищі. Рівень розчиненого у воді кисню значно варіює. Широко відомо, що на глибині ≥ 2 м від поверхні води водного об'єкту спостерігаються відносно постійне гіпоксичний (з дуже низьким вмістом кисню) стан ($< 0,2$ мг/л розчиненого кисню). Місця проживання живих організмів обмежені і переважає вічна темрява.

У цілому загальна щільність популяції тварин підземних вод є низькою, особливо на великих глибинах. Видова різноманітність (багатство) бідне. Зрідка один вид домінує на певній території. Гетеротрофні організми, харчуються переважно мертвою органічною речовиною. Продуктивність низька, а харчові мережі короткі і прості.

Деякі види тварин проявляють численні пристосування до цього своєрідного середовища. Тварини підземних вод, як правило, мають слабку пігментацію або безбарвні, слабо розвинені очі і інші сенсорні органи, численні придатки, добре розвинені механічні та хімічні рецептори. Організми, такі як кільчасті черви (круглі черв'яки), планарії

(плоскі черв'яки), і ракоподібні характеризуються більш довгим і тоншим тілом, ніж їхні родичі, що живуть в поверхневих водах. Повільніше протікає обмін речовин та процес розмноження, і довга тривалість життя – все це характеристики цих організмів.

Два типи організмів підземних вод можуть бути виділені: (1) ті, які іноді використовують поверхневі води як місце проживання (stygophiles, включаючи Plecoptera (веснянки), нематоди, олігохети, кліщі, рачки, остракоди, кладоцер, тихоходки, личинки водних комах); (2) ті, що живуть тільки в підземних водах (stygobites, такі як амфіподи та інші види підземних вод глибокого залягання). На даний час живі організми підземних вод залишаються недостатньо вивченими через глибину їх мешкання.

3.4. Охорона підземних вод

Охорона підземних вод як комплексна проблема має два основних напрямки: охорону підземних вод як корисних копалин на експлуатованих або розвіданих родовищах підземних вод та охорону підземних вод як одного з основних компонентів природного (навколишнього) середовища.

Охорона запасів підземних вод від забруднення найбільш актуальна для родовищ прісних підземних вод, які використовуються для господарсько-питного (а в ряді випадків і технічного) водопостачання, і родовищ лікувальних мінеральних вод.

На родовищах цього типу необхідність оцінки якості підземних вод і «охорони» цієї якості протягом усього терміну експлуатації водозабору визначена діючими інструкціями по оцінці експлуатаційних запасів. При наявності в межах розрахункової області впливу експлуатації існуючих або потенційних джерел забруднення підземних вод, прогноз зміни якості підземних вод в обов'язковому порядку повинен враховувати можливий вплив таких джерел при експлуатації.

Якщо прогнози розрахунки підтвердять небезпеку забруднення водозабору (протягом розрахункового терміну експлуатації), передбачається спеціальний комплекс по усуненню можливих осередків забруднення (ліквідація дрібних підприємств або тваринницьких ферм, ліквідація та очищення місць складування відходів тощо), зменшення їх забруднюючого впливу (створення безвідходних технологій, усуненню витоків з мереж і трубопроводів, утилізація відходів тощо) або заходів, що запобігають поширення забруднюючих речовин.

Більш складними є випадки, коли в межах самого продуктивного горизонту в зоні водозабору або в суміжних горизонтах, що мають з ним гідравлічний зв'язок, уже існують ділянки із забрудненими підземними водами. Запобігання розповсюдження забруднення і його надходження до водозабору може бути забезпечене тільки при проведенні спеціальних заходів щодо локалізації ділянки забруднення (пристрій протифільтраційних екранів і завіс, перехоплення забруднених вод за допомогою різного роду дренажних пристроїв тощо), або ліквідації забруднення шляхом вилучення всього обсягу забрудненої води, або промиванням пласта за допомогою води або спеціальних розчинів через систему нагнітання та відкачування води за допомогою свердловин.

Спеціальні заходи щодо локалізації та усунення забруднення підземних вод є складними і дорогими (у порівнянні з профілактичними заходами), крім того, у разі великих площ забруднення і значної потужності водоносних порід їх застосування, як правило, не дає задовільних результатів.

У період експлуатації родовища захист підземних вод від забруднення здійснюється шляхом створення так званих зон «санітарної охорони» водозаборів. При обґрунтуванні зони санітарної охорони враховується необхідність здійснення: суворого санітарного режиму в межах самої водозабірної ділянки (самоводозабірні споруда, насосні

станції, резервні ємності для води і т.д.); санітарного контролю із застосуванням при необхідності заходів по локалізації або ліквідації осередків забруднення, а також існуючого забруднення підземних вод на площі родовища, в межах ділянки, з якої, за прогнозними оцінками, протягом періоду експлуатації відбудуватиметься надходження підземних вод до водозабірних споруд; санітарного нагляду з проведенням профілактичних заходів у межах розрахункової області впливу водозабору з урахуванням можливості експлуатації підземних вод після закінчення розрахункового періоду, збільшення при необхідності відбору підземних вод з переоцінкою їх запасів, можливих помилок у прогнозних розрахунках і т.д.

Проблема охорони підземних вод, як компонента природного середовища поза зв'язком з існуючою або проектованою на найближчий час експлуатацією, вирішується значно менш задовільно з двох причин. По-перше, забруднення підземних вод у цьому випадку безпосередньо не загрожує здоров'ю людини, що визначає недостатність існуючих заходів контролю, відсутність необхідних обмежень тощо. По-друге, ті чи інші заходи щодо охорони підземних вод при такій постановці проблеми повинні здійснюватися в межах великих територій (регіонально), на площі природно-історичних або адміністративних районів, областей тощо. При цьому постановка досліджень і розробка заходів щодо охорони підземних вод можуть здійснюватися стосовно конкретно існуючих або потенційних ділянок забруднення (місця складування відходів, промислові підприємства, населені пункти та ін.) або в межах певної, як правило, значної території, на якій забруднення підземних вод може здійснюватися різними шляхами.

У першому випадку основними завданнями при вирішенні питань охорони підземних вод є: оцінка існуючого забруднення (склад забруднюючих речовин, їх концентрації тощо), визначення основних

шляхів (вогнищ) забруднення, прогнозні оцінки розповсюдження забруднення в ґрунтовому водоносному горизонті, а при необхідності і в нижніх горизонтах, розробка конкретних рекомендацій щодо запобігання або зменшення забруднення підземних вод, включаючи виробничо-технологічні заходи (перехід на безвідходне виробництво або замкнуті системи водопостачання і каналізації, створення досконалих очисних споруд тощо) і спеціальні, головним чином протифільтраційні, заходи, що обмежують надходження забруднюючих речовин та їх поширення вже в межах самих водоносних горизонтів.

У другому випадку основні завдання пов'язані з проведенням спеціальних спостережень (контролю) за якістю підземних, головним чином ґрунтових вод, виявленням ділянок, у межах яких склад підземних вод свідчить про їх можливе забруднення (поява хімічних речовин, не характерних для природних умов, різко підвищені значення природних компонентів у складі тощо), виявленням основних шляхів надходження забруднюючих речовин, конкретних об'єктів та видів господарської діяльності, з якими пов'язане забруднення підземних вод, розробкою рекомендацій щодо проведення спеціальних досліджень і прогнозних оцінок на ділянках існуючого забруднення.

В даний час проблема охорони підземних вод від забруднення є насамперед проблемою соціально-економічною. Відсутність «видимих» проявів забруднення на поверхні землі, гідрогеоecологічна «неграмотність» працівників місцевих і господарських органів, пов'язані з цим уявлення про високий ступінь захищеності підземних вод (в порівнянні з поверхневими), відсутність незалежних позавідомчих експертиз, значна вартість заходів щодо створення безвідходних технологій, очищення стічних вод та утилізації твердих відходів, тощо, призводять до того, що в багатьох випадках практично не вживаються

заходи щодо охорони підземних вод від забруднення або вжиті заходи є значною мірою «полегшеними» і не дають належного ефекту.

Найбільш поширені хімічні забруднення підземних вод у багатьох випадках роблять їх непридатними для подальшого використання. Крім того, поширення забруднення в підземних (грунтових) водах в більшості випадків визначає подальший негативний вплив їх на поверхневі води, ґрунти, рослинність тощо. У той же час, як вже зазначалося вище, «очищення» водоносних горизонтів від забруднення є виключно складною і дорогою справою, а в ряді випадків взагалі не дає необхідного ефекту, у зв'язку з чим утворене забруднення водоносного горизонту може зберігатися на невизначено довгий час.

Дослідження, пов'язані з охороною підземних вод від забруднення, оцінками умов формування забруднення, його поширення в підземній гідросфері тощо, завжди є прогнозними. При обґрунтуванні таких прогнозів враховуються не тільки гідродинаміка потоків підземних вод, як фактор міграції забруднюючих речовин, але також складна сукупність хімічних і фізико-хімічних процесів, що протікають при взаємодії забруднених вод з «чистими» підземними водами, ґрунтовим шаром, породами зони аерації та ін., а в ряді випадків, також мікробіологічні процеси, що активно протікають у верхній частині гідрогеологічного розрізу. У зв'язку з цим, організація подібних робіт вимагає, як правило, спільної участі висококваліфікованих фахівців, які володіють методами гідрогеологічних (міграційних) розрахунків, гідрогеохімії (фізичною хімією), а також методами ґрунтових і мікробіологічних досліджень.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1. Які ви знаєте заходи з охорони підземних вод?*
- 2. Можливі джерела забруднення підземних вод.*
- 3. Які види забруднення підземних вод ви знаєте?*

4. *Які заходи застосовують для попередження забруднення підземних вод?*
5. *Що таке зона санітарної охорони?*
6. *Які межі зони санітарної охорони поверхневого джерела водопостачання?*
7. *Які межі зони санітарної охорони водозаборів підземних вод?*
8. *Назвіть організми підземних вод?*
9. *Що таке «телові острова» міста?*
10. *Що таке теплове забруднення міста?*

4. ОХОРОНА ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ І ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА

Захист водних ресурсів від виснаження й забруднення шкідливими речовинами передбачає комплекс заходів: 1) розробку відповідних законодавчих актів; 2) організацію моніторингу водних об'єктів; 3) охорону поверхневих і підземних вод, включаючи очищення промислових і побутових стоків; 4) підготовку води, використовуваної для питних і господарських цілей; 5) державний контроль над використанням і охороною водних ресурсів.

4.1. Охорона водних об'єктів міста

В Україні правове регулювання поводження зі стічними водами здійснюється кількома нормативно-правовими актами. Окрема глава «Водного Кодексу України» (ВК) присвячена визначенню умов скидання стічних вод у водні об'єкти. Крім того, Кодекс наводить наступні визначення, що є ключовими для проведення дослідження по темі цього підрозділу: стічна вода – вода, що утворилася в процесі господарсько-побутової й виробничої діяльності (крім шахтної, кар'єрної й дренажної води), а також відведена з забудованої території, на якій вона утворилася внаслідок випадання атмосферних опадів; вода дренажна – вода, яка профільтрувалася з певної території та відводиться за допомогою дренажної системи з метою пониження рівня ґрунтових вод; вода зворотна – вода, що повертається за допомогою технічних споруд і засобів з господарської ланки кругообігу води в його природні ланки у вигляді стічної, шахтної, кар'єрної чи дренажної води тощо.

Відповідно до положень Водного Кодексу України скидання стічних вод у водні об'єкти допускається лише за умови наявності нормативів гранично допустимих концентрацій та встановлених нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин. Водокористувачі

зобов'язані здійснювати заходи щодо запобігання скиданню стічних вод чи його припинення, якщо вони:

1) можуть бути використані в системах оборотного, повторного й послідовного водопостачання ;

2) містять цінні відходи, що можуть бути вилучені;

3) містять промислову сировину, реагенти, напівпродукти та кінцеві продукти підприємств у кількості, що перевищує встановлені нормативи технологічних відходів;

4) містять речовини, щодо яких не встановлено гранично допустимі концентрації;

5) перевищують гранично допустимі скиди токсичних речовин та містять збудників інфекційних захворювань;

6) за обсягом скидання забруднюючих речовин перевищують гранично допустимі нормативи;

7) призводять до підвищення температури води водного об'єкта більш ніж на 3 градуси за Цельсієм порівняно з її природною температурою в літній період;

8) є залишками або шламами, що утворюються в результаті їх очищення й знезараження.

Скидати стічні води, використовуючи рельєф місцевості (балки, пониззя, кар'єри тощо), забороняється. Кодекс передбачає обмеження, тимчасова заборону (зупинення) чи припинення скидання стічних вод у водні об'єкти у встановленому законом порядку в разі перевищення встановлених нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин, скидання стічних вод у поверхневі водні об'єкти. Відповідно до ВК, у виняткових випадках, після проведення спеціальних досліджень з дозволу відповідних органів державної влади допускається створення полігонів для захоронення в глибокі підземні водоносні горизонти, що не містять прісних вод, забруднюючих рідинних речовин, відходів

виробництва та стічних вод, включаючи мінералізовані шахтні та термальні води, що утворюються на основі природних вод і не піддаються очищенню існуючими методами.

«Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» встановлено, що водокористувачі, які скидають промислові стічні води до каналізаційних мереж, повинні дотримуватися правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації міст та селищ.

Наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України № 37 було затверджено правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України (надалі – «Правила»). Правила поширюються на комунальні підприємства водопровідно-каналізаційного господарства міст і селищ України та інші підприємства, що мають на балансі системи місцевого водопроводу та каналізації, та на всі підприємства, установи, організації незалежно від форм власності й відомчої належності, які скидають свої стічні води в системи каналізації населених пунктів. Зазначений документ має на меті запобігання порушенням у роботі мереж і споруд каналізації, підвищення ефективності роботи цих споруд і безпеки їх експлуатації та забезпечення охорони навколишнього природного середовища від забруднення скидами стічних вод підприємств, що відображає положення законодавства Європейського Союзу в досліджуваній сфері.

На підставі Правил та Інструкції про встановлення та стягнення плати за скид промислових стічних вод у системи каналізації населених пунктів водоканали розробляють місцеві Правила приймання стічних вод підприємств у систему каналізації населеного пункту, у яких встановлюються допустимі концентрації для кожної забруднюючої речовини, що може скидатися підприємствами в систему каналізації, а

також відображаються місцеві особливості приймання стічних вод підприємств у міську каналізацію. Такі правила затверджуються виконавчими органами місцевих рад за поданням водоканалів після погодження з територіальними органами Мінекоресурсів та Міністерства охорони здоров'я України та є обов'язковими для всіх підприємств, що розташовані на території даної місцевої ради. Водоканали також встановлюють кожному конкретному підприємству режими й нормативи скиду забруднюючих речовин у систему каналізації населеного пункту, які не підлягають погодженню з місцевими органами Мінекоресурсів та МОЗ України. Стічні води приймаються водоканалом на підставі укладеного договору на послуги водовідведення за умови, що каналізаційна мережа та очисні споруди каналізації мають резерв пропускної спроможності, та показники якості таких вод підприємства задовольняють вимоги місцевих правил приймання стічних вод. При цьому, кожне підприємство скидає стічні води в каналізаційну систему населеного пункту через окремий випуск з обов'язковим улаштуванням контрольних колодязів. Приймання в каналізацію стічних вод, які вивозяться асенізаційним транспортом від підприємств і приватного сектору, здійснюється тільки через зливні станції водоканалів.

У Правилах закріплені загальні вимоги до складу та властивостей стічних вод, які скидають у міську каналізацію. Зокрема, до системи каналізації населених пунктів приймаються стічні води підприємств, які не порушують роботу каналізаційних мереж та споруд, забезпечують безпеку їх експлуатації та можуть бути знешкоджені разом із стічними водами населених пунктів до вимог і нормативів Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 25.03.99 № 465.

Стічні води, які підлягають прийманню до міської каналізаційної мережі, не повинні містити: речовини, які не піддаються біологічному

розкладу та речовини, які здатні захащувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їх поверхнях; горючі домішки і розчинені газоподібні речовини; для яких не встановлено гранично допустимих концентрацій для води водойм, а також, речовин, для визначення яких не розроблено методи аналітичного контролю; небезпечні бактеріальні, вірусні, токсичні та радіоактивні забруднення; біологічно жорсткі синтетичні поверхнево-активні речовини, які важко руйнуються.

Правилами наведені також певні фізичні та хімічні характеристики, яким повинні відповідати стічні води, а саме: температура – не вище 40 градусів; рівень рН – 6,5 – 9,0; хімічне споживання кисню вище біологічного споживання кисню за 5 діб (БСК₅) – повинне бути не більше ніж в 2,5 рази; БСК не повинне перевищувати вказане в проекті очисних споруд каналізації даного населеного пункту. Щодо концентрацій забруднюючих речовин – не повинні перевищувати допустимі концентрації, установлені місцевими Правилами приймання стічних вод. Документ містить перелік розчинів, що категорично заборонені для скидання в міську каналізаційну мережу:

- кислоти, розчинники, розчини, які містять або утворюють при змішуванні зі стічними водами сірководень, сірковуглець, оксид вуглецю, ціанисті сполуки, легко летючі вуглеводні та інші токсичні, горючі та вибухонебезпечні речовини;

- концентровані регенераційні, маточні та кубові розчини, а також конденсат, нормативно чисті, дренажні, поливально-мийні та дощові води (при повній роздільній системі каналізації);

- стічні води, у яких містяться радіоактивні, токсичні речовини, солі важких металів і бактеріальні забруднення, у т.ч. стічні води інфекційних лікувальних закладів і відділень;

- стічні води підприємств, взаємодія яких може призвести до утворення емульсій, токсичних або вибухонебезпечних газів, а також великої кількості нерозчинних у воді речовин.

Такі стічні води перед випуском у каналізацію населеного пункту повинні бути знешкоджені та знезаражені на локальних очисних спорудах з обов'язковою утилізацією або похованням утворених осадів.

Правила встановлюють умови, виходячи з яких визначаються допустимі концентрації забруднюючих речовин у стічних водах підприємств, а саме:

- допустимі концентрації в каналізаційній мережі (на випуску підприємства);

- допустимі концентрації забруднюючої речовини в спорудах біологічного очищення (на вході в ці споруди);

- величини лімітів на скид забруднюючих речовин у водойму, які встановлені водоканалам органами Мінекоресурсів України в дозволах на спеціальне водокористування;

- допустимий вміст важких металів в облогах стічних вод, що використовуватимуться як органічні добрива.

З цих чотирьох величин найменша встановлюється як допустимі концентрації.

Розрахунок допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах підприємств проводять для кожної з очисних споруд каналізації, що є в населеному пункті, чи для кожного з колекторів, які відводять стічні води до цих очисних споруд. При цьому, у Додатках наведені вимоги до складу та властивостей стічних вод підприємств для безпечного їх відведення каналізаційною мережею; допустимі величини показників якості стічних вод і води водойм, а також, допустимий вміст важких металів в облогах стічних вод та ефективність видалення важких металів на міських очисних спорудах.

В Україні, як і в Європейському Союзі передбачено відповідальність і заходи впливу за порушення правил скидання чи приймання стічних вод. Передбачений Правилами також порядок здійснення контролю над скидом стічних вод у каналізацію населеного пункту. Такий вид правового механізму запроваджено за аналогією з положеннями європейського законодавства. При цьому перелік забруднень, на наявність яких проводиться аналіз, та періодичність контролю встановлюються водоканалом. Місця та періодичність відбору проб підприємствами мають бути погоджені з Водоканалом, а методики проведення аналізів – з органами державного контролю та нагляду (органами Міністерства охорони здоров'я та Мінприроди України).

В Україні передбачено відповідальність за порушення правил скидання або приймання стічних вод:

- Водний кодекс України від 6 червня 1995 долі № 213/ 95-ВР (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1995, № 24;
- Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами» від 25 березня 1999 р. № 465 (Офіційний вісник України 16.04.1999 № 13, стор. 34);
- Наказ Державного Комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 19 лютого 2002 долі № 37 «Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України» (Офіційний вісник України від 24.05.2002 – 2002 р., № 19, стор. 52, стаття 968).

4.2. Характеристика стічних вод міста

Стічні води, які утворюються в межах населених місць і промислових підприємств, поділяться на:

- побутові, які утворюються в житлових, адміністративних, комунальних будинках, а також у побутових приміщеннях промислових підприємств;

- виробничі, які утворюються при використанні води в різних технологічних процесах виробництва;

- дощові, які утворюються в результаті випадання опадів, танення снігу.

Побутові води містять велику кількість органічних і мінеральних речовин у розчиненому й зваженому стані. Вони утворюються в житлових і суспільних будинках, на підприємствах, при готуванні їжі, після санітарних обробок, прань і тощо. Підраховано, що від одного жителя в добу надходить у систему водовідведення забруднень: зважених речовин – 65 г; органічних сполук у не проясненій рідині – 70, у проясненій – 40; азоту амонійного – 8, фосфатів – 3,3, у т.ч. від миючих речовин – 1,6; хлоридів – 9.

Серед усіх видів забруднення водою найбільший шкідливий вплив викликають промислові стічні води. Промислові стічні води відрізняються більшою різноманітністю складу й концентрацією забруднюючих речовин, обумовлених характером виробництва, а також системою водопостачання й водовідведення.

На промислових підприємствах до 90% води витрачається на охолодження продуктів або апаратів у технологічних процесах, і стічна вода має лише теплове забруднення (I категорія). II категорія встановлюється, коли води служать у якості поглинаючих і транспортуючих нерозчинних дисперсних домішок й частково розчинних солей, якими й забруднюються. Води III категорії аналогічні по походженню II, але додатково нагріваються при контакті з продуктами. Води IV категорії є безпосередньо реагентами й забруднені всіма компонентами технологічного процесу.

Стічні води підприємств за складом підрозділяються на три види:

- виробничі – використані або супутні технологічному процесу, які у свою чергу можна розділити на забруднені й нормативно чисті;
- побутові – від санітарних вузлів і харчоблоків, душових установок;
- атмосферні – дощові, поталі, до них можна віднести й поверхневі після поливу територій. Основними домішками цих вод є тверді частинки (пісок, камінь, стружка, ошурки, пил, сажа, рештки рослин, дерев тощо); нафтопродукти (масла, бензин), що використовуються у двигунах транспортних засобів, а також органічні та мінеральні добрива, що застосовуються в заводських квітниках, скверах. Кожне підприємство несе відповідальність за забруднення водоймищ, тому важливим є визначення об'єму стічних вод конкретного типу.

Характер забруднення виробничих стічних вод в основному визначається профілем підприємства, складом матеріалів, що переробляються, сировиною й видом продукції, що випускається.

Усе різноманіття виробничих стічних вод за характером основних забруднень можна віднести до трьох груп:

- утримуючі мінеральні домішки (металургія, машинобудування, виробництво будівельних матеріалів, мінеральних кислот, добрив тощо);
- утримуючі органічні домішки (м'ясна, рибна, консервна, харчова промисловість тощо);
- утримуючі органомінеральні домішки (нафтовидобувні, нафтопереробні, текстильні й інші підприємства).

Поверхневий стік промислових підприємств і населених пунктів формується за рахунок дощових, поталих і поливально-мийних вод. До основних факторів, що визначають його обсяг, відносяться: 1) інтенсивність випадіння атмосферних опадів і їх тривалість, 2) загальна площа міської території, характер її забудови; 3) рельєф місцевості.

Концентрація забруднюючих речовин у поверхневому стоці коливається в широких межах і залежить від галузевої приналежності підприємств. У цілому переважають зважені (130-11300 мг/л) органічні речовини, нафтопродукти, біогенні елементи, важкі метали.

Забруднення стічних вод органічними речовинами, як відомо, характеризується трьома показниками: БПК, ХПК, ООУ. БПК – біохімічна потреба в кисні – опосередкований показник змісту органічних речовин – характеризує необхідну кількість кисню для мікробного окиснення біологічно окиснених органічних речовин.

Розрізняють БПК_{полн}, БПК₂₀, БПК₁₀, БПК₅, що відповідно позначають, скільки кисню витрачене на повне окиснення органічних речовин протягом 20, 10 і 5 діб.

ХПК – хімічна потреба в кисні – також опосередкований показник – характеризує необхідну кількість кисню для хімічного окиснення всіх органічних речовин, а також й відновлених неорганічних (амонійний азот, сульфіди, сульфіти тощо).

ООУ – загальний вміст органічного вуглецю, характеризує сумарну концентрацію органічних речовин. Якщо в одній і тій же пробі визначити ці характеристики, то вони вибудуються в наступний ряд: ХПК > ООУ > БПК.

Здатність стічних вод до біохімічного очищення характеризується біохімічним показником Б, тобто відношенням БПКП/ХПК.

За біохімічними показниками й токсичністю промислові стоки підрозділяються на 4 групи:

1) $B > 0,2$: до них відносяться СВ харчової, нафтохімічної й інших галузей промисловості, органічні забруднення яких не токсичні для мікробних ценозів. Органічні речовини, які містяться у водах цієї групи не токсичні для мікроорганізмів і такі води безпосередньо направляють на біохімічне очищення;

2) $0,02 < B < 0,1$: промстоки коксохімічних, азотнотукових содових і деяких інших виробництв. Ці води після попереднього механічного очищення можуть бути спрямовані на біохімічне окислення;

3) $0,001 < B < 0,01$: до цієї групи належать промстоки процесів сульфування, хлорування, масел і ВПАВШИ, сіркокислотного виробництва, чорної металургії, важкого машинобудування й ін. Після попереднього очищення на локальних очисних спорудженнях дані стоки можуть бути спрямовані на біохімічне окиснення;

4) $B < 0,001$: промстоки цієї групи в основному забруднені мінеральними (дисперсними) речовинами й підлягають переважно механічному очищенню.

Стічні води першої й другої груп є відносно сталими за характером забруднення й концентрації забруднюючих речовин. Такі стічні води придатні для зворотного водопостачання. Стічні води третьої групи утворюються періодично й відрізняються концентрацією забруднюючих речовин, які стійкі до біохімічного окислення. Такі води мало придатні для зворотного водопостачання.

Для ефективного біохімічного очищення стічних вод важливу роль відіграє наявність біогенних елементів (N, P, K, S, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Co, Cu тощо), які впливають на розвиток живих організмів, а їх нестача негативно впливає на ефективність біохімічного очищення стічних вод.

4.3. Спостереження за забрудненням поверхневих вод

Моніторинг поверхневих вод – система послідовних спостережень, збору, обробки даних про стан водних об'єктів, прогнозування їх змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень, які можуть позначитися на стані вод.

Основна позначка налагодження системи спостережень і контролю за забрудненням водних об'єктів – це отримання інформації про природну якість води та оцінка змін якості води внаслідок дії антропогенних факторів.

Служба спостережень та контролю (моніторингу) виконує такі завдання:

- спостереження та контроль рівня забруднення водного середовища за хімічними, фізичними та гідробіологічними показниками;
- вивчення динаміки вмісту забруднюючих речовин і виявлення причин, за яких мають місце коливання рівня забруднення;
- дослідження закономірностей процесів самоочищення та накопичення забруднюючих речовин у донних відкладах.

В Україні сьогодні згідно з «Порядком здійснення державного моніторингу вод» та «Положенням про державну систему моніторингу навколишнього середовища» державний моніторинг вод є невід'ємною складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. На основі цих двох урядових документів розроблена «Єдина міжвідомча інструкція з організації та здійснення державного моніторингу вод» (ЄМІ). Цей документ встановлює єдині вимоги до організації та проведення спостережень за станом поверхневих вод, прибережних зон водосховищ, підземних вод, джерел забруднення вод за гідрологічними, фізико-хімічними, біологічними, радіологічними показниками якості вод. Виконання вимог ЄМІ обов'язкове для всіх підрозділів суб'єктів державного моніторингу вод, а також відповідальних водокористувачів, які здійснюють спостереження за кількісним та якісним станом вод.

До головних суб'єктів державного моніторингу належать: Міністерство екології та природних ресурсів, у тому числі Головдержрекоінспекція та Держуправління охорони навколишнього природного середовища в областях, організації Гідрометеорологічної служби; геологічні територіальні організації; Міністерство з питань надзвичайних ситуацій; Міністерство охорони здоров'я;

Міністерство аграрної політики; Державний комітет України з водного господарства; Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України.

Основний обсяг робіт з моніторингу річок виконують пункти спостережень Гідрометеослужби. Ці пункти розподілені за 10 річковими басейнами України (Дніпра, Дністра, Дунаю, Південного Бугу, Західного Бугу, Десни, Росі, Тиса, Сіверський Донець і ріки Криму). Найбільше пунктів спостережень розташовано в басейні Дніпра, розвинена мережа спостережень у басейнах Дунаю та Дністра. Сучасна гідрологічна мережа України налічує 374 пости.

За допомогою Автоматизованої системи в басейні р. Дніпро (АСУБ – Дніпро), що функціонує з 1986 року, здійснюються розрахунки режимів роботи дніпровських водоймищ. Добре зарекомендувала себе автоматизована інформаційно-вимірювальна система керування «Тиса» у Закарпатській області. За допомогою 42 автоматичних станцій у межах Закарпаття, Угорщини, Словаччини й Румунії АИВС «ТИСА» здійснюється моніторинг ситуації на водних об'єктах для своєчасного прийняття управлінських розв'язків.

Основним принципом організації спостережень є їх комплексність, яка передбачає узгоджену програму робіт з гідрохімії, гідрології, гідробіології та забезпечує моніторинг якості води за фізичними, хімічними, гідробіологічними показниками.

Найважливішим етапом організації робіт є вибір місця розташування пункту спостереження. *Пункт спостереження за якістю поверхневих вод* – місце на водоймищі або водотоці, де проводять комплекс робіт для одержання даних про якісні й кількісні характеристики води.

Моніторинг забруднення вод проводиться на постійних та тимчасових пунктах спостереження, які розміщують у місцях, де відсутній вплив господарської діяльності.

Основними об'єктами, які потребують моніторингу, є: місця скиду стічних і дощових вод міст, селищ, сільськогосподарських комплексів; місця скиду стічних вод окремих підприємств; місця скиду колекторно-дренажних вод, які відводяться зі зрошуваних або осушуваних земель; кінцеві створи великих і середніх річок, які впадають у моря, внутрішні водоймища; кордони економічних районів, республік, країн, що перетинають транзитні річки; кінцеві гідрологічні створи річкових басейнів, за якими складають водогосподарські баланси; гирлові зони забруднених приплив головної річки.

Пункти стаціонарної мережі спостереження поділяють на чотири категорії. Пункти спостережень першої категорії розміщують на водотоках і водоймищах, що мають особливо важливе народногосподарське значення, коли існує ймовірність перевищення концентрації певних показників. Пункти спостереження другої категорії розташовують на водних об'єктах, які знаходяться в районах промислових міст, селищ з централізованим водопостачанням, у місцях відпочинку населення, у місцях скиду колекторно-дренажних вод з сільськогосподарських полів, на граничних і кінцевих створах рік. Пункти спостереження третьої категорії розміщують на водних об'єктах, що характеризуються помірним або слабким навантаженням (у районах невеликих населених пунктів та промислових підприємств). Пункти спостереження четвертої категорії формують на незабруднених водних об'єктах (фонових ділянках).

На пунктах спостережень досліджують один або кілька створів.

Створ пункту спостереження – умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, де проводиться комплекс робіт для одержання інформації про якість води.

Моніторинг якості поверхневих вод передбачає організацію стаціонарної мережі пунктів спостережень за природним складом і забрудненням поверхневих вод; спеціалізованої мережі пунктів

спостережень за забрудненими водними об'єктами; тимчасової експедиційної мережі пунктів спостережень. Мережі спостережень створюють з дотриманням певних вимог:

- надання переваги вивченню і контролюванню антропогенної дії на поверхневій воді;

- систематичність і комплексність спостережень за фізичними, хімічними та біологічними показниками та проведення відповідних гідрологічних вимірів;

- узгодження строків спостережень з характерними гідрологічними ситуаціями;

- визначення показників якості води єдиними методами;

- оперативність одержання інформації про якість води.

Основним принципом організації спостережень є їх комплексність, яка передбачає узгоджену програму робіт з гідрохімії, гідрології, гідробіології та забезпечує моніторинг якості води за фізичними, хімічними, гідробіологічними показниками.

Найважливішим етапом організації робіт є вибір місця розташування пункту спостереження.

Моніторинг забруднення вод проводиться на постійних та тимчасових пунктах спостереження, які розміщують у місцях, де відсутній вплив господарської діяльності.

Основними об'єктами, які потребують моніторингу, є: місця скиду стічних і дощових вод міст, селищ, сільськогосподарських комплексів; місця скиду стічних вод окремих підприємств; місця скиду колекторно-дренажних вод, які відводяться зі зрошуваних або осушуваних земель; кінцеві створи великих і середніх річок, які впадають у моря, внутрішні водоймища; кордони економічних районів, республік, країн, що перетинають транзитні річки; кінцеві гідрологічні створи річкових

басейнів, за якими складають водогосподарські баланси; гирлові зони забруднених приплив головної річки.

При спостереженнях за водоймою встановлюють не менше трьох створів, по можливості рівномірно розподілених за акваторією з урахуванням конфігурації берегової лінії. У разі спостережень за окремими ділянками водойми створи розташовують у такий спосіб - на водоймах з інтенсивним водообміном: один створ вище джерела забруднення і решта створів (не менше двох) нижче джерела забруднення на відстані 0,5 км від місця скиду зворотних вод та безпосередньо за межею зони забруднення;

- на водоймах з помірним та уповільненим водообміном – один створ поза зоною впливу джерела, другий створ суміщають зі створом скиду зворотних вод, решту створів (не менше двох) розташовують по обидва боки від останнього на відстані 0,5 км від місця скиду та безпосередньо за межею зони забрудненості.

Кожний створ має кілька вертикалей та горизонталей. Їх розташування у створі визначається характером скидів, особливостями течії водоймища або водотоку, рельєфом дна.

Оскільки не існує єдиного показника, який визначав би весь комплекс характеристик води, оцінювання якості води проводиться на основі системи показників. Ці показники поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Інша форма класифікації показників якості води – їх розподіл на загальні та специфічні. До *загальних* відносять показники, характерні для будь-яких водоймищ. Присутність у воді *специфічних показників* обумовлено місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт.

До основних *фізичних показників* якості води належати: температура, прозорість, кольоровість, уміст зважених речовин.

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних

показників відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок у літрі води; колі-титр – кількість води в мілілітрах, у якій може бути знайдена одна кишкова паличка.

Гідробіологічні показники дають змогу оцінити якість води за гідробіонтами водоймищ. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися за настільки слабкого забруднення водних об'єктів, яку не виявляється жодними іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливі.

Фізичні, бактеріологічні та гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води.

Хімічні показники можуть бути загальними та специфічними. До загальних хімічних показників якості води належати: уміст розчиненого кисню, хімічне та біохімічне споживання кисню; водневий показник; уміст азоту й фосфору та мінеральний склад.

До найбільш поширених специфічних показників якості води відносять феноли, нафтопродукти, поверхнево-активні речовини (ПАР), синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), пестициди й важкі метали.

У Дніпро щорічно скидається 4500 млн. кубометрів стічних вод, з яких очищено тільки 677,7 млн. кубометрів, а 150 млн. кубометрів не очищені зовсім. Зі стічними водами в Дніпро попадає більш 900 тонн забруднюючих речовин: фосфатів, нітратів, сульфатів, хлоридів. Більша кількість недостатня очищених стічних вод скидається суб'єктами господарювання не самовільно, а в рамках дозволів наданих органами міністерства екології.

Також виникла складна ситуація в сфері водопровідно-каналізаційного господарства, у зв'язку із чим населення нерідке споживає воду, забруднення якої перевищує припустиму норму. Це зв'язане зі

значним зношуванням очисних споруджень на каналізаційних мережах 28 підприємств водно-каналізаційного господарства.

Саме тому очищення господарсько-побутових стічних вод є одним з найважливіших факторів захисту навколишнього середовища. Негативний вплив стічних вод на навколишнє середовище зв'язане, у першу чергу, з тим, що стоки звичайно надходять прямо у водойми, де їх шкода може бути мінімізований тільки шляхом правильного і якісного очищення.

Після скиду в різні водойми стічні води можуть завдати істотної шкоди екологічній ситуації й здоров'ю людини. Щоб уникнути різних негативних наслідків розроблені спеціальні методи очищення стічних вод.

Самим оптимальним способом очищення побутових стоків (каналізації) є біологічне очищення стоків. Очисні спорудження з біологічним методом очищення вирішують практично всі проблеми, не розв'язувані хімічним і механічним способами очищення стоків.

4.4. Основні шляхи й методи очищення стічних вод

Розрізняють два основні шляхи очищення стічних вод: розведення й очистка їх від забруднень. Розведення не ліквідує впливу останніх, а лише послабляє його на локальній ділянці водойми.

Для очищення стічних вод застосовують аеробні та анаеробні методи біохімічного очищення. *Аеробний метод базується* на використанні аеробних груп мікроорганізмів, для життєдіяльності яких необхідне постійна подача кисню і температура 20-40°C. При зміні режимів (кисневого і температурного) склад і кількість мікроорганізмів, що культивуються в активному мулі або біоплівці, змінюється. *Анаеробні методи біохімічного очищення* проходять без доступу кисню і використовуються для знезараження осадів або для попередньої очищення надзвичайно забруднених стічних вод.

Методи очищення виробничих і побутових вод можна підрозділити на наступні групи: механічні, фізико-хімічні, хімічні, біологічні й термічні. По своїй суті ці методи можуть бути рекупераційні й деструктивними. Рекупераційні методи передбачають витяг зі стічних вод усіх цінних речовин і наступну їхню переробку, а деструктивні – руйнування забруднюючих речовин шляхом їхнього окислення або відновлення (рис.4.1).

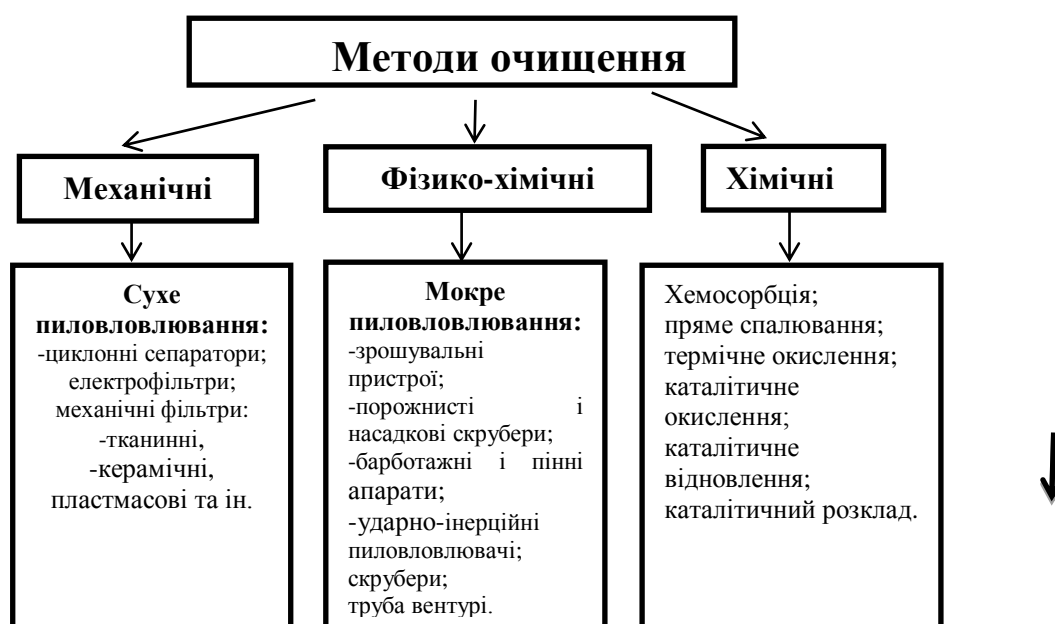


Рис. 4.1 Методи очищення стічних вод від забруднень (Н.І. Іванов, І.М. Фадин, 2002 р., з додаванням)

Крім обов'язкового механічного очищення, у комплекс очисних споруджень входять спорудження інших груп очищення, аж до глибокої очистки. Перед скиданням у водойму очищені стічні води зазнають знезаражуванню (хлором, озоном, пероксидом водню й ін.). Якщо в процесі очищення утворюється осад (або біомаса), його направляють у спорудження по обробці осаду. Після цього оброблений осад може утилізуватися, знищуватися або складуватися. Очищені стічні води можуть скидатися у водойми (що небажано), направлятися в оборотні системи

водопостачання промислових підприємств і на зрошення технічних сільськогосподарських культур.

Оскільки протягом доби склад стічних вод і їх обсяг (у результаті залпових викидів) можуть суттєво змінюватися, перед віддачою стічних вод на механічне очищення їх можуть направляти в спеціальні обладнання – усереднювачі. Останні або інтенсивно перемішують окремі потоки, або диференціюють потік стічних вод.

4.5. Системи водовідведення міст

Каналізація населеного пункту – це комплекс інженерних споруд та приладів, які призначені для прийому та транспортування стічних вод до очисних споруд, очищення вод від забруднюючих речовин, скиду у водойми очищених вод, утилізації осадів.

Ще до нашої ери древні народи Єгипту й Індії будували досить удосконалені системи для видалення нечистот за межі населених місць. Каналізаційні споруди в Середні століття склалися з каналів, прокладених по вулицях або з тильної сторони домоволодінь, по яких видалялися нечистоти. Змив цих нечистот здійснювався в період дощів і сніготанення. В суху пору року в цих каналах відбувалося нагромадження нечистот, згодом, з метою зменшення смороду, їх перекривали й перетворювали в деяку подобу колекторів.

Початкові відомості про влаштування централізованих міських водопроводів у Європі відносять до XII ст. Наприкінці XII ст. був побудований перший водопровід у Парижі. В 1832 р. у Парижі почалося будівництво водовідвідних мереж.

Слідом за системами водопостачання в XIX столітті почалося інтенсивне будівництво систем каналізації. До 1837 р. довжина колекторів у Парижі перевищувала 80 км, а в 1856р. досягла 140 км.

Гамбург був першим містом Німеччини, у якому побудували каналізацію (1843 р.). Потім каналізація з'явилася в інших містах (Берліні – в 1873 р.). У США – до 1902 р. були каналізовані майже 1000 міст. Істотним недоліком водовідвідних систем Англії, Франції й Німеччини було те, що стічні води по колекторах надходили безпосередньо в ріки в межах міста й забруднювали їх. Це приводило до епідемій кишкових захворювань.

У міру розростання населених пунктів санітарний стан їх погіршувався. Однак благоустрою міського населення не приділялося належної уваги, що приводило до спалахів епідемій і загибелі великої кількості людей. Ці епідемії послугували поштовхом для початку будівництва в англійських містах споруд з відведення стічних вод. В 1859 р. у Лондоні почали інтенсивно будувати колектори для відводу стічних вод центру, до 1865 р. їхня довжина склала 130 км.

Першим містом України, де був побудований повний комплекс споруд каналізації, була Одеса. Введення загальносплавної системи каналізації в експлуатацію відбулося в 1875 році. Загальна довжина вуличних мереж у місті складала 100 км. Очисні споруди були представлені полями зрошення загальною площею 1150 га, що дозволяло очищати близько 50 000 м³ стічних вод за добу. Потім почали працювати загальносплавні системи в Тбілісі (1885 р.), у Ялті (1887 р.). Перші роздільні системи каналізації були побудовані в 1893 р. у Києві та Ростові-на-Дону. Потім була побудована перша черга Московської каналізації, яка також обслуговувала тільки центральні райони міста (1898 р.). З самого початку каналізаційна система проектувалась і споруджувалась як роздільна, тобто система, що відводить тільки побутові та виробничі стічні води. Дощові та умовно чисті води відводяться через систему зливостоків.

В 1910 р. почали функціонувати системи каналізації в Саратові й Севастополі, в 1914 р. у Харкові, в 1916 р. у Дніпропетровську й інших

містах. Таким чином, до революції тільки сім міст України мали повноцінні системи каналізації - це Одеса, Львів, Харків, Ялта, Севастополь і Дніпропетровськ.

В наш час система каналізації м. Києва має 2500 км каналізаційних мереж і колекторів, 33 каналізаційні насосні станції різних рівнів значення, від районного до міського, та Бортницьку станцію аерації. До міських каналізаційних мереж підключено 100% багатоповерхового житлового фонду й близько 16% малоповерхової садибної забудови. У житлових будинках, підключених до міських каналізаційних мереж, мешкає 97,4% населення міста. Стічні води від промисловості складають близько 6% загального обсягу стічних вод, що потрапляють до системи каналізації міста.

У сучасних облаштованих населених місцях для видалення стічних вод з території використовують різні системи централізованої каналізації (рис.4.2).

Каналізаційна мережа складається з наступних основних елементів:

1. внутрішні домові устрої;
2. зовнішня внутрішньо квартална мережа;
3. зовнішня вулична водовідвідна мережа;
4. насосні станції, напірні водоводи;
5. очисні споруди;

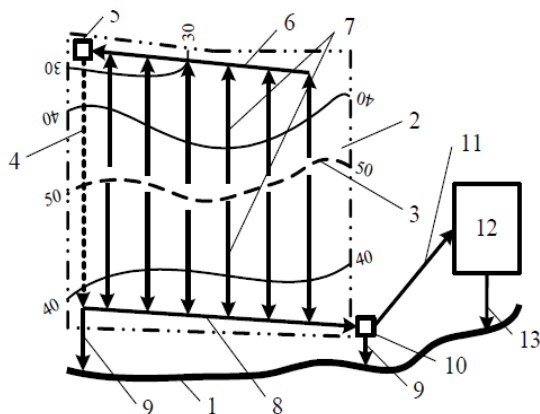


Рис. 4 2. Загальна схема каналізації населеного пункту:

1 - річка; 2 - населений пункт; і - водорозділ; 4 - напірний трубопровід; 5 - районна насосна станція; 6 - самопливний колектор; 7 - вулична самопливна мережа; 5 - головний самопливний колектор; 9 – аварійні випуски; 10- головна насосна станція; 11 - замський напірний колектор; 12 - очисні споруди; 13 - випуск у водоймище; 6. випуски очищених стічних вод.

Для прийому та відведення дощових вод влаштовують систему внутрішніх водостоків.

Вибір схеми каналізації обумовлюється рельєфом території, місцем розташування каналізаційних очисних споруд та поверхневого водоймища, витратою стічних вод, вимогами до утилізації стічних вод, повторного використання, відводом та очисткою поверхневого стоку.

Вуличні каналізаційні мережі являють собою систему підземних трубопроводів, які приймають стічні води від дворових (квартирних) мереж і призначені для транспортування стічних вод у межах населеного пункту.

Каналізаційні мережі, призначені для відведення атмосферних вод, називають дощовими мережами або водостоками; мережі, які призначені для відведення побутових вод, – побутовими; мережі для відведення виробничих стічних вод – виробничими. Влаштовують також мережі для спільного відведення різних видів стічних вод (побутово-виробничі, виробничо-дощові та інше).

Вуличні каналізаційні мережі в межах шкірного басейну об'єднуються одним або декількома колекторами. Колектором називають каналізаційний трубопровід, який збирає стічні води з двох або декількох вуличних мереж.

При значних заглибленнях самопливних каналізаційних трубопроводів влаштовують насосні станції підйому та перекачування стічних вод. Каналізаційні насосні станції розділяють на місцеві, районні та головні. Місцеві насосні станції служать для перекачування стічних вод

від одного або декількох будинків, районні - для перекачування стічних вод районів та басейнів. Головні насосні станції перекачують усі стічні води на очисні споруди.

Залежно від того, які категорії стічних вод відводить каналізаційна мережа, розрізняють наступні системи каналізації (рис. 4.3):

- Загальносплавна – це система, при якій усі категорії стічних вод надходять на очисні споруди по одній підземній мережі трубопроводів. Переваги цієї системи - повне знешкодження стічних вод, при цьому якість очищеної суміші стічних вод відповідає необхідним для водойми показникам. Специфічною особливістю загальносплавної каналізації є наявність ливнепусків, призначених для розвантаження мережі від великих витрат, що виникають при сильних дощах, безпосередньо у водойму (без очищення), що в санітарному відношенні є одним з недоліків такої системи.

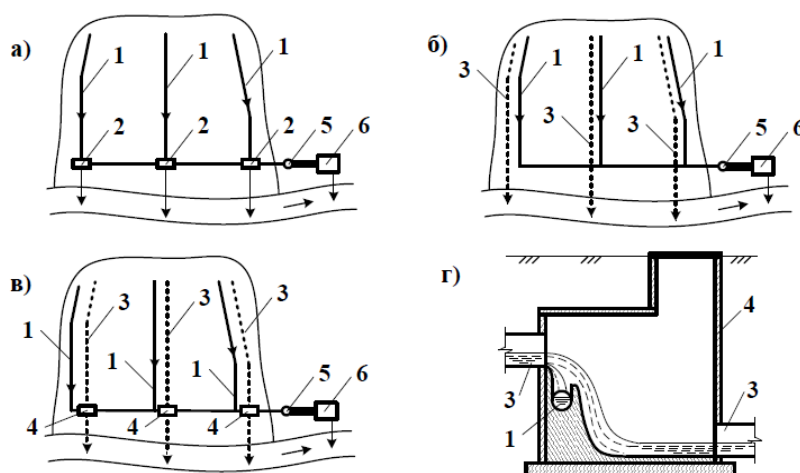


Рис. 4.3. Системи каналізації:

а) загальносплавна; б) повна роздільна; в) напівроздільна; г) водоскидна камера, колектори побутово-виробничої мережі; 2 – зливоспуски; 3 – дощова мережа; 4 – водоскидні камери; 5 – насосна станція; 6 – очисні споруди

- Повна роздільна система, при якій прокладають дві самостійні підземні мережі трубопроводів: одна – для відведення побутових та виробничо-побутових стічних вод, а друга – для відведення дощових вод.

Перевагами такої системи є рівномірна робота головних колекторів насосних станцій і очисних споруд, які розраховані тільки на прийом побутових і виробничо-побутових стічних вод. Недоліки – необхідність будівництва двох роздільних мереж, скидання дощових вод без очищення у водойми.

- Напівроздільна, при якій також, як і при повній роздільній, влаштовуються дві самостійні мережі: одна для побутових і виробничих стоків, інша – для дощових і талих вод. Стоки дощової каналізації надходять у головні колектори через розподільні камери, які пропускають лише обмежену кількість дощових вод. При її перевищенні відбувається скидання дощових вод у водойму (тільки дощових). Таким чином при такій системі під час дощу у водойму надходить найменша кількість забруднень. У цьому великі переваги напівроздільної системи каналізації.

- Неповна роздільна система – має одну водовідвідну мережу для відводу побутових й виробничо-побутових стічних вод. Неорганізований відвід дощових вод у водойми передбачається по відкритих лотках, кюветах, каналах. Таке рішення зменшує одночасні капітальні витрати й дозволяє в майбутньому з добудовою мереж переходити до повної роздільної системи каналізації, яка з санітарної точки зору є достатньо надійною.

- Комбінована система каналізації, яка допускає будівництво в окремих районах міста різних систем каналізації.

У нашій країні переважно застосовують неповну роздільну систему каналізації, як першу чергу будівництва. Взагалі систему каналізації вибирають з врахуванням місцевих умов, техніко-економічних показників та санітарно-гігієнічних вимог. У санітарному відношенні найбільш доцільною є загальносплавна система каналізації, при якій усі стічні води підлягають очищенню. Однак ця система вимагає значних капітальних та експлуатаційних витрат, оскільки суттєво збільшуються розміри очисних

споруд, комунікацій та потужність обладнання. Крім того, на повну потужність ці споруди працюють тільки під час великих злив при надходженні всієї маси атмосферних вод на очисні споруди. Для зменшення вартості загальносплавної мережі на колекторах вздовж водоймищ встановлюють зливоспуски, за допомогою яких у час значних злив основну масу атмосферних вод скидають у водоймище без очищення. Таке рішення знижує санітарну надійність загальносплавної системи каналізації й допускає потрапляння розбавлених, але неочищених побутових стічних вод у водоймища.

4.6. Міські очисні споруди

Очисними називають споруди, які призначені для очищення та знезаражування стічних вод. Склад очисних споруд може бути різним і залежить від методу очищення та виду стічних вод. Очисні споруди розташовують нижче за течією річки відносно населеного пункту або промислового підприємства, що каналізується.

Повний комплекс міських очисних споруд включає *блоки механічної і біологічної очищення, доочищення, знезараження і обробки облогу.*

Механічне очищення забезпечує видалення із стічної води крупних включень, завислих і плаваючих домішок. До складу блоку механічного очищення входять решітки та сита, преаератори й первинні відстійники.

Великі включення відсівають решітки, а дрібні фракції – сита. У ґратах зазвичай максимальний розмір присвятив не перевищує 16 мм. Усі відокремлені забруднення дробляться й надалі спрямовуються для обробки або вивозяться у відповідні місця, призначені для зберігання твердих відходів.

Сита служать для уловлювання більш дрібних частинок - битого скла, шлакам або того ж піску. У жироловках (гідрофобні) мінеральні частки притягують краплі олії. Цей процес називається флотацією. Поряд з

традиційними технологіями очищення використовується мембранний метод. На даний момент він є найбільш перспективним, що дозволяє здійснювати більш глибоке очищення виробничих стоків.

Це повністю механізована процедура. Виглядають спорудження для механічного очищення як резервуари висотою до одинадцяти метрів і діаметром до двадцяти двох метрів. Зверху вони закриваються кришками й оснащені системою вентиляції. Для освітлення й опалення такі спорудження потребують мінімальних витрат, тому що найбільший обсяг у них займають стічні води, для яких не потрібно підвищувати температуру (вона повинна бути в межах приблизно дванадцяти-шістнадцяти градусів).

У пісколовках видаляється 40-60 % дрібних механічних домішок. З пісколовок облог подається на піщані майданчики.

У преаераторах (первинних відстійниках) відбувається насичення стічних вод киснем. Це покращує біологічне очищення. Змішування стічних вод з бульбашками повітря сприяє процесу видалення нафтопродуктів і завислих речовин. У первинних відстійниках ступінь видалення завислих домішок становить 60-80 %.

З первинних відстійників стічні води надходять у блок *біологічного очищення*, де відбувається деструкція органічних речовин у результаті біологічного окислення. Біологічне очищення, найчастіше здійснюють в аеротенках. В аеротенках відбувається контакт стічних вод з активним мулом. Активний мул – це дуже грузла речовина, яка містить у своєму складі різні найпростіші організми, бактерії й пластівці, що утворювалися з різноманітних хімічних сполук. А при цьому віддаляються з'єднання азоту й максимально можлива кількість органічних сполук. Окислені органічні забруднення потім випадають в облог на вторинних відстійниках.

Для *біологічного очищення* стоків у системі малої каналізації застосовують також *грунтові методи* (біологічне очищення в природних умовах): поля підземної фільтрації і зрошення, а також застосовують

споруди штучного біологічного очищення: гравійно-піщані фільтри, краплинні біофільтри.

Поля підземної фільтрації і зрошення. Цей процес може бути здійснений у природніх умовах, для чого використовують спеціально підготовлені ділянки землі (поля зрошення й фільтрації). У цих випадках для звільнення стічних вод від забруднюючих домішок використовується очисна здатність ґрунту. Фільтруючись крізь шар ґрунту, вода залишає в ній зважені, колоїдні й розчинені домішки.

Мікроорганізми ґрунту окислюють органічні забруднюючі речовини, перетворюючи їх у найпростіші мінеральні з'єднання – диоксид вуглецю, воду, солі.

Поля зрошення використовуються одночасно для очищення стічних вод і вирощування зернових і силосних культур, трав, овочів, а також посадки чагарників і дерев. Поля фільтрації використовуються тільки для очищення стічних вод.

Землеробські поля зрошення розташовують шаблями на місцевості, що має ухил, для того, щоб вода самопливом переливалася з однієї ділянки на іншу. Обладнання землеробських полів зрошення дозволяє комплексно вирішувати проблеми охорони стічних вод, благоустрою міста й розвиток приміського сільського господарства.

Після біологічного очищення стічних вод на штучних спорудженнях загальний вміст у них бактерій зменшується на 90-95 %, а при очищенні на землеробських полях зрошення – на 99 %. Для повного знезаражування стічних вод їх необхідно піддати хімічному знезаражуванню.

При експлуатації споруджень біологічного очищення необхідно дотримуватися технологічного регламенту їх роботи, не допускати перевантажень і особливо залпових скидів токсичних компонентів, оскільки такі порушення можуть трагічно позначитися на життєдіяльності мікроорганізмів. Тому в стічних водах, що направляються на біологічне

очищення, вміст нафти й нафтопродуктів повинен бути не більш 25 мг/л, розчинених солей – не більш 10 г/л.

Кислотність рН стічних вод, що надходять на біохімічне очищення, не повинна перевищувати 9, за перевищення показника мікроорганізми мінералізатори загинуть.

Після вторинних відстійників стічні води можна скидати в поверхневі водні об'єкти через спеціальні пристрої, які називають випусками. Місце випуску стічних вод населеного пункту повинне бути розташоване нижче його границі за течією водотоку. Скидання стічних вод у межах населеного пункту допускається у виняткових випадках і з дозволу територіальних органів санепіднагляду.

Перед скиданням обов'язково проводиться їх знезараження. Для знезараження використовують хлорування. Перспективним методом знезараження є озонування.

Якщо якість очищення стічних вод не відповідає умовам їх скидання у водні об'єкти або якщо стічні води після очищення будуть використовуватись для технічного водопостачання, або поповнення міських водних об'єктів, здійснюється їх доочищення. Для доочищення використовують фільтрування, флотацію, коагуляцію, сорбцію, озонування, хімічні методи. Для того щоб стічні води набули якостей природних вод, їх доочищення здійснюється в біологічних ставках чи на спорудах типу біоплато.

У процесі біологічного очищення стічних вод утворюється велика кількість облогу, який утворений надлишковим активним мулом. Мул, що відсівається відстійниками, має майже стовідсоткову вологість, але вилучити зайву вологу неймовірно складно, оскільки речовини сильно зв'язані між собою й мають низьку вологовіддачу. За допомогою спеціальних мулоущільнювачів, мул обробляють і ущільнюють на два-три відсотки.

Після споруд механічного та біологічного очищення залишається сирий облог, представляє небезпеку для навколишнього середовища, тому його додатково обробляють на метантенках (пристрій для анаеробного зрощування рідких органічних відходів), біологічних фільтрах, септиках.

Метантенки застосовують для великих міст. Це підземні залізобетонні резервуари діаметром до 20-30 м глибиною до 15 метрів. У них приблизно на місяць завантажують сирий облог очисних споруд для зброджування. Процес зброджування облогу відбувається без доступу повітря (анаеробний процес) і при цьому виділяється газ метан, тому споруда і називається метантенк. Метан є попутним газом, який, наприклад, спалюють і отриманим теплом обігрівують сам метантенк, що прискорює процес бродіння облогу. Облог механічно зневоднюють у гідроциклонах, центрифугах, вакуум-фільтрах чи фільтр-прес. Зневоднений облог висушують на мулових майданчиках. Якщо облог не містив токсичних забруднень, те його можна використовувати як цінне органічне добриво в сільському господарстві.

4.7. Системи очищення каналізаційних стоків окремих будинків

Багато будинків, особливо в сільській місцевості, не підключені до муніципальної каналізаційної мережі, що створює певні незручності й екологічні проблеми. На Заході такі будинки оснащують системами індивідуального очищення. Подібна система складається із санітарного бака й дренажних труб (рис. 4.4).

Стічні води попадають у бак, де важкі частки осідають на дно. Далі вода, у якій усе ще залишається велика кількість мілко дисперсної органічної речовини й розчинені біогени, стікає в прокладені під землею дренажні труби й просочується з них у ґрунт. Органічна речовина, що осідає в баку поступово переробляється бактеріями в гумус. Останній відкачується раз у два або три роки й використовується надалі як добриво.

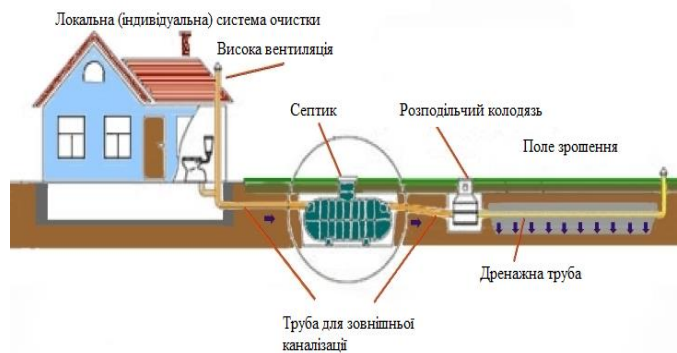


Рис. 4.4. Очищення каналізаційних стоків окремого будинку

Аналогічним образом ґрунтові бактерії розкладають органіку, що проходить по дренажних трубах. Повідомляється, що в ряді місць на полях, пронизаних такими трубами, улаштовують досить продуктивні городи; тим самим реалізується на практиці принцип рециклізації біогенів.

Такі системи індивідуального очищення каналізаційних стоків з періодичним видаленням гумусу з бака можуть працювати необмежено довго, якщо періодично прочищати дренажні труби.

4.8. Методи очищення виробничих стічних вод

Кількість виробничих стічних вод визначається залежно від продуктивності підприємства за підвищених нормах водоспоживання й водовідведення для різних галузей промисловості.

Норма водоспоживання – кількість води, необхідна для виробничого процесу, установлена на підставі науково обґрунтованих розрахунків або передового досвіду.

Норма водовідведення – це кількість стічних вод, що скидається від промислового підприємства у водойму, при доцільній нормі водоспоживання. У підвищену норму водоспоживання входять усі витрати води на підприємстві. Норми водоспоживання й водовідведення виражаються в кубометрах води на одиницю готової продукції або використаної сировини. Ці норми утворення виробничих стічних вод застосовують при проектуванні нових і реконструкції діючих систем

водовідведення промислових підприємств. Укрупнені норми дозволяють дати оцінку раціональності використання води на будь-якому діючому підприємстві.

Стічні води підприємств попередньо проходять локальні очисні спорудження, де звільняються від зважених часток або специфічних токсичних компонентів з використанням механічних, хімічних або фізико-хімічних методів очищення.

Механічне очищення стічних вод забезпечує видалення зважених грубо- і дрібнодисперсних (твердих і рідких) домішок. Грубодисперсні домішки звичайно виділяють зі стічних вод відстоюванням і флотацією, дрібнодисперсних – фільтруванням, відстоюванням, електрохімічною коагуляцією, флокуляцією.

Розчинні неорганічні з'єднання видаляють зі стічних вод реагентними методами – нейтралізацією кислотами й лугами, перетворенням іонів у погано розчинні форми, осадженням мінеральних домішок із солями, окисненням і відновленням токсичних домішок до слаботоксичних, десорбцією летучих домішок, зворотним осмосом, ультрафільтрацією, іонним обміном і флотацією, електрохімічним окисненням, електродіалізом. Найпоширенішим хімічним методом очищення стічних вод є нейтралізація. Стічні води багатьох виробництв містять сірчану, соляну й азотну кислоти. Їхня нейтралізація може проводитися фільтрацією через магнезит, доломіт, будь-які вапняки, а також здійснюватися змішанням кислих стоків з лужними.

Доцільно за хімічного очищення виділяти цінні з'єднання й тим самим знижувати втрати виробництва. Стічні води промислових підприємств, на відміну від господарсько-побутових, характеризуються високим вмістом розчинених речовин, які зазначеними вище способами не видаляються. Для їхнього видалення застосовують всілякі методи очищення; їхній вибір залежить від того, у якому стані виявлена речовина

в стічній волі – у молекулярному або в дисоційованому на іони. Так, для речовин, які перебувають у воді в молекулярно-розчиненому стані, рекомендують сорбцію за допомогою різних сорбентів, десорбцію, аерацією, обробку води окиснювачами (для органічних речовин). У випадку дисоціації речовини на іони методи очищення стічних вод спрямовані на утворення малорозчинних з'єднань (карбонатів, сульфатів та ін.), перетворенням токсичного іона в малотоксичний комплекс (наприклад, ціанідів у фероціаніди), створення мало дисоційованих молекул при взаємодії водневих і гідроксильних іонів, видалення з води іонів при електродіалізі.

Виробничі стічні води, що містять токсичні органічні й мінеральні речовини, усе частіше знешкоджуються за допомогою вогневого методу. Під впливом високої температури в процесі горіння органічного палива токсичні органічні речовини окислюються й повністю згорають, а мінеральні частково виводяться у вигляді розплаву, частково виносяться з димовими газами у вигляді дрібного пилу й пари. Найбільш універсальні й ефективні циклонні печі (реактори). Це основні агрегати комплексних установок вогневого знезаражування рідких відходів. Кожна така установка містить у собі циклонний реактор з охолоджуваною футеровкою, стіл-кристалізатор, скруббер-охолоджувач, швидкісний газопромиватель з краплевідбійником, ємнісній парк із насосної ї димар. Стічні води підприємств, що пройшли локальну очистку направляють на міську станцію біологічного очищення.

З особливою строгістю дотримання екологічних норм, ставляться до підприємств, від діяльності яких залишаються відпрацьовані важкі метали й хімічні сполуки. Тому тільки після попереднього очищення, відходи промислових підприємств, пов'язаних з випуском хімічною, легкою, нафтопереробною й іншою промисловістю, можна скидати в систему центральної каналізації або використовувати вдруге. Те, які процеси

повинні проводитися при очищенні вод із промислового підприємства, визначається галуззю промисловості. Ділянка, яка використовується для будівлі великих водоочисних споруд, обов'язково вибирається з урахуванням зручного під'їзду автотранспорту, наявності водойми, у яку планується скидати вже очищені води й особливості рельєфу місцевості (зокрема, склад ґрунту й рівень ґрунтових вод).

Оскільки станція очищення є спорудою, здатною безпосередньо впливати на навколишнє середовище, вона повинна відповідати певним стандартам і нормам. Периметр станції, що служить для очищення стічних вод, завжди повинен огорожуватися забором, а на самій території станції використовуються тільки резервуари міського виготовлення. Крім того, очисні спорудження підлягають строгому контролю міністерства екології й біоресурсів, які влаштовують перевірку всіх споруджень на станції.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Яку роль відіграє законодавство в комплексному використанні й охороні водних ресурсів?

2. Надайте класифікацію:

1) стічних вод по походженню;

2). виробничих стічних вод по характеру основних забруднень.

3. Охарактеризуйте ПДС.

4. Що таке моніторинг водних об'єктів і хто його провозить? Які завдання вирішує контроль забруднення поверхневих вод?

5. Вкажіть основні шляхи й методи очищення стічних вод. Що входить у загальну схему очищення стічних вод?

6. Які види каналізаційних систем ви знаєте? Опишіть напіврозділну систему каналізації міст.

7. Охарактеризуйте основні етапи процесу очищення побутових стічних вод міст.

8. Які спорудження входять у систему штучного біологічного очищення?

9. Як здійснюється очищення каналізаційних стоків окремих будинків?

10. Вкажіть методи очищення стічних вод підприємств.

5. АТМОСФЕРА МІСТА

5.1. Визначення, склад, структура і функції атмосфери

Атмосфера (від. грец. Ἄτμός - пар і σφαῖρα - куля) – газова оболонка (геосфера), що оточує планету Земля. Внутрішня її поверхня покриває гідросферу і частково земну кору, зовнішня межує з навколосемною частиною космічного простору.

За визначенням, запропонованим Міжнародною Авіаційною Федерацією, межа атмосфери і космосу проводиться по лінії Кармана, розташованої на висоті близько 100 км, де аеронавтика стає повністю неможливою. NASA використовує в якості кордону атмосфери позначку в 122 кілометра; недавні експерименти уточнюють кордон атмосфери Землі та іоносфери, як той що знаходиться на висоті 118 кілометрів.

Атмосфера Землі виникла в результаті двох процесів: випаровування речовини космічних тіл при їх падінні на Землю і виділення газів при вулканічних виверженнях (дегазація земної мантії). З виділенням океанів і появою біосфери атмосфера змінювалася за рахунок газообміну з водою. В даний час атмосфера Землі складається в основному з газів і різних домішок (пил, краплі води, кристали льоду, морської солі, продукти горіння).

Концентрація газів, складових атмосферу, практично постійна, за винятком води (H₂O) і вуглекислого газу (CO₂) (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. Склад сухого повітря

Газ	Вміст за об'ємом, %	Вміст за масою %
1	2	3
Азот	78,084	75,50
Кисень	20,946	23,10
Аргон	0,932	1,286
Вуглекислий газ	$3,95 \cdot 10^{-2}$	–
Неон	$1,82 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$

1	2	3
Гелій	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$
Метан ^[6]	$1,7 \cdot 10^{-4}$	–
Криптон	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$
Водень	$5 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$
Ксенон	$8,7 \cdot 10^{-6}$	–
Окис азоту	$5 \cdot 10^{-5}$	$7,7 \cdot 10^{-5}$

Вміст води в атмосфері (у вигляді водяної пари) коливаються від 0,2% до 2,5% за обсягом, і залежить в основному від широти.

Крім зазначених у таблиці газів, в атмосфері містяться Cl_2 , SO_2 , NH_3 , CO , O_3 , NO_2 , вуглеводні, HCl , HF , HBr , HI , пари Hg , I_2 , Br_2 , а також NO і багато інших газів в незначних кількостях. У тропосфері постійно знаходиться велика кількість зважених твердих і рідких частинок (аерозоль). Самим рідкісним газом в Земній атмосфері є радон (Rn).

Нижня межа атмосфери збігається з поверхнею Землі, так як повітря проникає в найдрібніші пори в ґрунті і розчинне навіть у воді.

Верхня межа на висоті 2000-3000 км поступово переходить у космічний простір.

Завдяки атмосфері, в якій міститься кисень, можливе життя на Землі. Атмосферний кисень використовується в процесі дихання людини, тварин та рослин.

Якби не було атмосфери, на Землі була б така ж тиша, як на Місяці. Адже звук – це коливання частинок повітря. Блакитний колір неба пояснюється тим, що сонячні промені, проходячи крізь атмосферу, як через лінзу, розкладаються на складові кольору. При цьому розсіюються найбільше промені блакитного і синього кольорів.

Атмосфера затримує велику частину ультрафіолетового випромінювання Сонця, яке згубно діє на живі організми. Також вона утримує біля поверхні Землі тепло, не даючи нашій планеті охолоджуватися.

5.2. Будова атмосфери

Тропосфера – найнижчий шар атмосфери, товщина якого над полюсами становить 8-10 км, у помірних широтах – 10-12 км, а над екватором – 16-18 км (рис. 5.1).

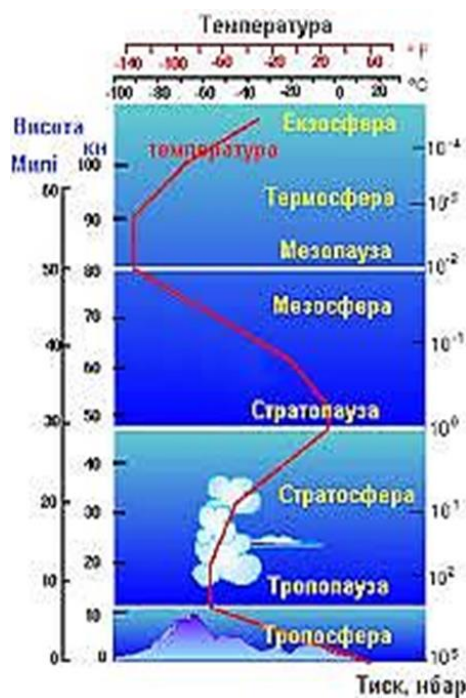


Рис. 5.1. Будова атмосфери Землі

Повітря в тропосфері нагрівається від земної поверхні і води. Тому температура повітря в цьому шарі з висотою знижується в середньому на $0,6^{\circ}\text{C}$ на кожні 100 м. У верхній межі тропосфери вона досягає -55°C . При цьому в районі екватора на верхній межі тропосфери температура повітря становить -70°C , а в районі Північного полюса -65°C .

Сумарна маса повітря в атмосфері - $(5,1-5,3) \times 10^{18}$ кг. З них маса сухого повітря становить $(5,1352 \pm 0,0003) \times 10^{18}$ кг, загальна маса водяної пари в середньому дорівнює $1,27 \times 10^{16}$ кг. Половина маси атмосфери знаходиться між рівнем моря і висотою 5-6 км, 90% - в шарі до 16 км, 99% - в шарі до 30 км.

У тропосфері зосереджено близько 80% маси атмосфери, знаходиться майже вся водяна пара, виникають грози, бурі, хмари і опади, а також відбувається вертикальне (конвекція) і горизонтальне (вітер)

переміщення повітря. Можна сказати, що погода в основному формується в тропосфері.

Стратосфера - шар атмосфери, розташований над тропосферою на висоті від 8 до 50 км. Колір неба в цьому шарі здається фіолетовим, що пояснюється розрідженістю повітря, через яку сонячні промені майже не розсіюються.

У стратосфері зосереджено 20% маси атмосфери. Повітря в цьому шарі розріджене, практично немає водяної пари, а тому майже не утворюються хмари й опади. Однак в стратосфері спостерігаються стійкі повітряні течії, швидкість яких досягає 300 км / год.

У цьому шарі зосереджений озон (озоновий екран, озоносфера), шар, який поглинає ультрафіолетові промені, не пропускаючи їх до Землі і тим самим захищаючи живі організми на нашій планеті. Завдяки озону температура повітря на верхній межі стратосфери знаходиться в межах -50°C .

Між мезосферою і стратосферою розташована перехідна зона - стратопауза.

Мезосфера - шар атмосфери, розташований на висоті 50-80 км. Щільність повітря тут у 200 разів менше, ніж у поверхні Землі. Колір неба в мезосфері здається чорним, протягом дня видно зірки. Температура повітря знижується до -75 (-90) $^{\circ}\text{C}$.

На висоті 80 км починається термосфера. Температура повітря в цьому шарі різко підвищується до висоти 250 м, а потім стає постійною: на висоті 150 км вона досягає $220-240^{\circ}\text{C}$; на висоті 500-600 км перевищує 1500°C .

У мезосфері і термосфері під дією космічних променів молекули газів розпадаються на заряджені (іонізовані) частки атомів, тому ця частина атмосфери отримала назву іоносфера – шар дуже розрідженого повітря, розташований на висоті від 50 до 1000 км, що складається в

основному з іонізованих атомів кисню, молекул окису азоту і вільних електронів. Для цього шару характерна висока наелектризованість, і від нього, як від дзеркала, відбиваються довгі і середні радіохвилі.

У іоносфері виникають полярні сьйва – світіння розріджених газів під впливом електрично заряджених, що летять від Сонця частинок і спостерігаються різкі коливання магнітного поля.

Екзосфера – зовнішній шар атмосфери, розташований вище 1000 км. Цей шар ще називають сферою розсіювання, оскільки частинки газів рухаються тут з великою швидкістю і можуть розсіюватися в космічний простір.

5.3 Характеристика забруднюючих атмосферу речовин і класифікація джерел забруднення

Забруднення атмосфери – зміна складу атмосфери в результаті попадання в неї домішок.

Домішка в атмосфері – це розсіяна в атмосфері речовина, що не міститься в її постійному складі.

Речовина, яка забруднює повітря – це домішка в атмосфері, що створює несприятливий вплив на навколишнє середовище і здоров'я населення.

Оскільки домішки в атмосфері можуть піддаватися різним перетворенням, їх можна умовно розділити на первинні і вторинні.

Первинні домішки в атмосфері – домішки, що зберегли за розглянутий інтервал часу свої фізичні і хімічні властивості.

Перетворення домішок в атмосфері – процес, при якому домішки в атмосфері піддаються фізичним і хімічним змінам під впливом природних і антропогенних факторів, а також в результаті взаємодії між собою.

Вторинні домішки в атмосфері – це домішка в атмосфері, що утворилися в результаті перетворення первинних домішок.

По впливу на організм людини забруднення атмосфери розділяють на фізичне і хімічне. До фізичного відносять: радіоактивне випромінювання, тепловий вплив, шум, низькочастотні вібрації, електромагнітні поля. До хімічного – наявність хімічних речовин та їхніх сполук.

Викиди в атмосферу забруднюючих речовин характеризуються за 4 ознаками: за агрегатним станом, хімічним складом, розміру часток і масовій витраті викинутої речовини.

Забруднюючі речовини викидаються в атмосферу у вигляді суміші пилу, диму, туману, пари та газоподібних речовин.

Джерела викидів в атмосферу підрозділяють на природні, обумовлені природними процесами, і антропогенні (техногенні), що є результатом діяльності людини.

До числа природних джерел забруднення атмосферного повітря відносять пилові бурі, масиви зелених насаджень у період цвітіння, степові та лісові пожежі, виверження вулканів (рис. 5.2). Домішки, які виділяються природними джерелами:

- пил рослинного, вулканічного, космічного походження, продукти ерозії ґрунту, частки морської солі;
- тумани, дим і гази від лісових і степових пожеж;
- гази вулканічного походження;
- продукти рослинного, тваринного, бактеріального походження.

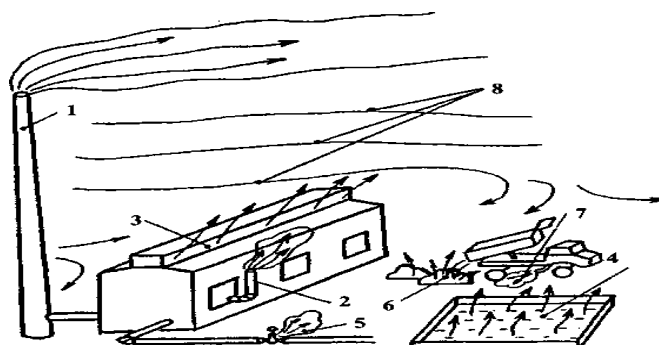


Рис. 5.2. Джерела забруднення атмосфери:

1 – висока димова труба; 2 – низька димова труба; 3 – аераційний ліхтар цеху; 4 – випаровування з поверхні басейну; 5 – витік через нещільність устаткування; 6 – запилювання при розвантаженні сипучих матеріалів; 7 – вихлопна труба автомобіля; 8 – напрямок руху потоків повітря.

Природні джерела звичайно бувають площинними (розподіленими) і діють порівняно короткочасно. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється з часом.

Антропогенні (техногенні) джерела забруднення атмосферного повітря, представлені головним чином викидами промислових підприємств і автотранспорту, відрізняються чисельністю і різноманіттям видів

Джерела викидів промислових (див. рис. 5.2) підприємств бувають стаціонарними (джерела 1 - 6), коли координата джерела викиду не змінюється в часі, і пересувними (нестаціонарними) (джерело 7 - автотранспорт).

Кожен з них може бути затінений і незатінений.

Точкові джерела (на рис. 5.2 - 1, 2, 5, 7) – це забруднення, зосереджені в одному місці. До них відносяться димарі, вентиляційні шахти, дахові вентилятори.

Лінійні джерела (3) мають значну протяжність. Це аераційні ліхтарі, ряди відкритих вікон, близько розташовані дахові вентилятори. До них можуть бути також віднесені автотраси.

Площинні джерела (4, 6). Тут виділяються забруднення розосереджене по площині промислової площадки підприємства. До площинних джерел відносяться місця складування виробничих і побутових відходів, автостоянки, склади паливно-мастильних матеріалів.

Незатінені (1), або високі, джерела розташовані в недеформованому потоці вітру. Це димарі й інші джерела, що викидають забруднення на висоту, що перевищує 2,5 висоти розташованих поблизу будівель і інших перешкод.

Затінені джерела (2 - 7) розташовані в зоні підпору або аеродинамічної тіні будівлі або іншої перешкоди.

Джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферу підрозділяють на організовані та неорганізовані. З організованого джерела (1, 2, 7) забруднюючі речовини надходять в атмосферу через спеціально споруджені газоходи, повітропроводи і труби.

Неорганізоване джерело виділення забруднюючих речовин (5, 6) утворюється в результаті порушення герметичності устаткування, відсутності або незадовільної роботи обладнання з відсмоктування пилу і газів, у місцях завантаження, вивантаження або зберігання продукту. До неорганізованих джерел відносять автостоянки, склади паливно-мастильних або сипучих матеріалів і інші площинні джерела.

Джерела забруднення атмосфери розрізняються по потужності викиду (потужні, великі, дрібні), висоті викиду (низькі, середньої висоти і високі), температурі вихідних газів (нагріті і холодні). До потужних джерел забруднення відносяться виробництва типу металургійних і хімічних заводів, заводів будівельних матеріалів, теплові електростанції та ін. До дрібних джерел забруднення - невеликі котельні та підприємства місцевої та харчової промисловості, труби пічного опалення тощо. Велика кількість дрібних джерел може значно забруднювати повітря. Під низькими джерелами розуміють такі, в яких викид здійснюється нижче 50 м, під високими - викид вище 50 м. Нагрітими умовно називають джерела, у яких температура газоповітряної суміші, що викидається вище 50 °С; при більш низькій температурі викиди вважаються холодними.

5.4. Закономірності поширення забруднень в атмосферному повітрі

Ступінь забруднення атмосфери залежить:

- від кількості викидів шкідливих речовин та їх хімічного складу;
- від висоти, на якій здійснюються викиди;
- від кліматичних умов, що визначають перенос, розсіювання і перетворення речовин, що викидаються в повітря.

Вплив метеорологічних умов проявляється по-різному при холодних і нагрітих викидах з високих і низьких труб.

Концентрації домішок в приземному шарі атмосфери під факелом димових і вентиляційних труб на різних відстанях від джерела викидів розподіляються наступним чином.

Поблизу джерела при відсутності низьких і особливо неорганізованих викидів концентрація домішок мала (рис. 5.3.). Вона збільшується і досягає максимуму на деякій відстані від труби.

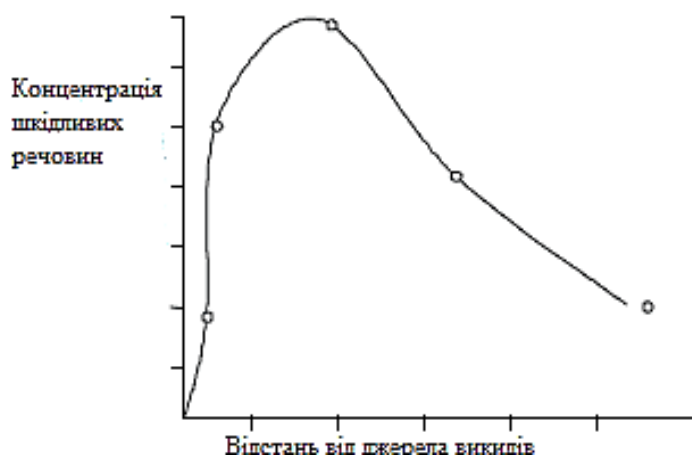


Рис. 5.3. Залежність концентрації шкідливої речовини в приземному шарі атмосфери від відстані від джерела викидів

Максимум і характер зміни концентрації з відстанню залежать від потужності викиду, висоти труб, температури і швидкості викидів газів, а також від метеорологічних умов. Чим вище джерело викидів, тим більше розсіюється домішка в атмосфері, перш ніж досягти підстильної поверхні. Найбільшого значення концентрація зазвичай досягає на відстані від 10 до

40 висот труб. На промисловому майданчику забруднення приземного шару повітря може бути підвищеним за рахунок неорганізованих викидів.

Розсіювальна здатність атмосфери залежить від вертикального розподілу температури і швидкості вітру. Якщо температура з висотою падає, то створюються умови інтенсивного турбулентного обміну. Найчастіше нестійкий стан атмосфери спостерігається влітку в денний час. За таких умов у земної поверхні відзначаються великі концентрації і можливі значні коливання їх з часом. Якщо в приземному шарі повітря температура з висотою зростає (інверсія температури), то розсіювання домішок слабшає. У разі потужних і тривалих приземних інверсій при низьких, зокрема, неорганізованих викидах, концентрації домішок можуть істотно зростати.

У разі піднятих інверсій приземні концентрації залежать від висоти розташування джерела забруднення по відношенню до їх нижньої межі. Якщо джерело розташоване вище шару піднятою інверсії, то домішка до земної поверхні надходить у невеликих кількостях. Якщо джерело розташовується нижче шару піднятою інверсії, то основна частина домішки концентрується поблизу поверхні землі.

Швидкість вітру сприяє переносу і розсіювання домішок, так як з посиленням вітру зростає інтенсивність перемішування повітряних шарів. При слабкому вітрі в районі високих джерел викиду концентрації у землі зменшуються за рахунок збільшення підйому факела і виносу домішок вгору. Підйом домішок особливо значний при нагрітих викидах.

При сильному вітрі початковий підйом домішок зменшується, але відбувається зростання швидкості перенесення домішок на значні відстані.

Максимальні концентрації домішок зазвичай спостерігаються при деякій швидкості, яка називається небезпечною. Небезпечна швидкість вітру залежить від параметрів викиду.

Для потужних джерел викиду з великим перегрівом димових газів щодо навколишнього повітря, наприклад для теплових електростанцій, вона становить 5-7 м / с. Для джерел з порівняно малим об'ємом викидів і низькою температурою газів, наприклад для підприємств хімічної промисловості, вона близька до 1-2 м / с.

Нестійкість напрямку вітру сприяє посиленню розсіювання по горизонталі в наслідок чого концентрація у землі зменшуються.

Сонячна радіація обумовлює фотохімічні реакції в атмосфері і сформування різних вторинних продуктів забруднення, що володіють часто більш токсичними властивостями, ніж речовини, що надходять від джерел викидів. Так, в процесі фотохімічних реакцій в атмосфері відбувається окислення сірчистого газу з утворенням сульфатних аерозолів. В результаті фотохімічного ефекту в ясні сонячні дні в забрудненому повітрі формується фотохімічний смог.

При туманах концентрація домішок може сильно збільшитися. З туманами пов'язані смоги, при яких протягом тривалого часу утримуються високі концентрації шкідливих домішок.

На поширення домішок впливають також впорядковані вертикальні рухи, обумовлені неоднорідністю підстильної поверхні. В умовах перетину місцевості на навітряних схилах виникають висхідні, а на підвітряних - низхідні рухи, над водоймами влітку – низхідні, а в прибережних районах – висхідні рухи. При низхідних потоках приземні концентрації збільшуються, при висхідних - зменшуються. У деяких формах рельєфу, наприклад в улоговинах, повітря застоюється, що призводить до накопичення шкідливих речовин поблизу підстильної поверхні, особливо від низьких джерел викидів. У горбистій місцевості максимуми приземної концентрації домішки зазвичай більше, ніж за відсутності нерівностей рельєфу.

На розсіювання домішок в умовах міста суттєво впливають планування вулиць, їх ширина, напрямок, висота будівель, зелених масивів і водні об'єкти, що утворюють як би ведуть до виникнення особливих метеорологічних умов у місті.

Спостереження показують, що навіть при постійних обсягах і складі промислових і транспортних викидів в результаті впливу метеорологічних умов рівні забруднення повітря можуть відрізнятися в кілька разів. Облік цього впливу важливий при підготовці документів про якість атмосферного повітря, розробці повітряно-охоронних заходів, плануванні розміщення міст і промислових об'єктів, прогнозування рівня забруднення.

Механізм формування аномальних полів пов'язаний з закономірностями поширення викидів в атмосферу. Експоненціальне убудання концентрації забруднювачів в атмосфері в міру віддалення від джерел призводить до формування ореолів, де вміст хімічних елементів в десятки і в сотні раз перевершує фонові, приурочені до джерел викидів, але, як правило, в 1,5 - 3 рази більше, ніж площа офіційно фіксованої промислової зони. Це звичайно обумовлює інтенсивне забруднення промислових майданчиків, а в містах старої традиційної забудови і робочих селищах – високий ступінь забруднення прилеглих до підприємств житлових масивів або сільськогосподарських угідь.

У містах, насичених різноманітним виробництвом, периферичні частини ореолів зливаються і утворюють значні за площею (до 100 - 150 км) вогнища забруднення невеликої або середньої інтенсивності з мозаїчно розсіяними центрами високих концентрацій.

Розглянемо приклад свинцевого забруднення навколишнього середовища. Формування свинцевого забруднення навколишнього середовища міст відбувається в результаті діяльності виробництв, що містять свинець. Для виявлення вкладу цього джерела проведено порівняльний аналіз вмісту свинцю у волоссі населення в містах різного

типу: з розвиненою машинобудівної промисловістю, окремими підприємствами, що містять свинець (наприклад, виробництво мінеральних фарб); з домінуючим впливом металургійних виробництв.

У цих містах, переважно протягом місячних циклів, було проведено дослідження свинцю в атмосферному повітрі, ґрунті та сніговому покриві. В якості контрольних груп в кожному місті було вибрано населення, яке проживає в найбільш чистих мікрорайонах на віддалі від джерел викидів свинцю.

У місті машинобудівного типу вміст свинцю у волоссі дітей, що проживають на відстані 0,5 - 1,0 км від підприємств, варіюється від 1 до 9 мкг/г, складаючи в середньому 4,6 мкг/г, що тільки на 5% вище, ніж у контрольній групі. Однак оцінка розподілу вмісту свинцю у волоссі дітей показує, що в 13% випадків його концентрація тут вище допустимого рівня (8 мкг/г). Критичний рівень (24 мкг/г), який не був перевищений у жодній пробі. У контрольній групі з невеликого числа дітей (6,6%) вміст свинцю у волоссі вище допустимого рівня, що відповідає загальним закономірностям розподілу цього елемента в організмі, але близько машинобудівних виробництв частка таких дітей була в 2 рази більша. Функціонування невеликих машинобудівних виробництв, в оточенні яких вміст свинцю в атмосферному повітрі не досягає ГДК, а в ґрунті вище фону в 2 - 8 разів, все ж призводить, до двократного збільшення числа дітей, що мають підвищені концентрації свинцю в організмі.

Оцінка вмісту свинцю у волоссі дітей, що проживають поблизу заводу з виробництва мінеральних фарб, проведена з урахуванням професії батьків. Це пов'язано з тим, що в результаті сорбції свинцю на одязі і відкритих частинах тіла робочих, цей метал може згодом при десорбції забруднювати повітря квартир робітників. Середній вміст свинцю у волоссі дітей робітників, які мають контакт зі свинцем, становить $10,8 \pm$

1,59 мкг/г, що в 1,8 рази вище, ніж у дітей співробітників заводууправління.

Серед дітей робітників у 50% випадків вміст свинцю у волоссі перевищував допустимий рівень.

5.5. Забруднення атмосфери міста

Останнім часом на склад атмосфери потужно впливає антропогенний чинник. Результатом людської діяльності є постійне зростання вмісту в атмосфері вуглекислого газу через спалювання вуглеводневого палива, накопиченого в попередні геологічні епохи. Величезні кількості CO₂ споживаються при фотосинтезі і поглинаються світовим океаном. Цей газ надходить в атмосферу завдяки розкладанню карбонатних гірських порід і органічних речовин рослинного і тваринного походження, а також внаслідок вулканізму і виробничої діяльності людини. За останні 100 років вміст CO₂ в атмосфері зріс на 10%, причому основна частина (360 млрд. тонн) поступила в результаті спалювання палива. Якщо темпи зростання спалювання палива збережуться, то в найближчі 200-300 років кількість CO₂ в атмосфері подвоїться і може призвести до глобальних змін клімату.

Атмосферне повітря – один з найважливіших компонентів середовища проживання. Головними джерелами забруднення атмосфери є теплові електростанції і теплоцентралі, що спалюють органічне паливо; автотранспорт; чорна та кольорова металургія; машинобудування; хімічне виробництво; видобуток і переробка мінеральної сировини; відкриті джерела (видобутку сільськогосподарського виробництва, будівництва).

У сучасних умовах в атмосферу потрапляє більше 400 млн. т частинок золи, сажі, пилу і різного роду відходів і будівельних матеріалів. Крім наведених вище речовин в атмосферу викидаються й інші, більш токсичні речовини: пари мінеральних кислот (сірчаної, хромової та ін.),

органічні розчинники та інші речовини. В даний час налічується більше 500 шкідливих речовин, що забруднюють атмосферу.

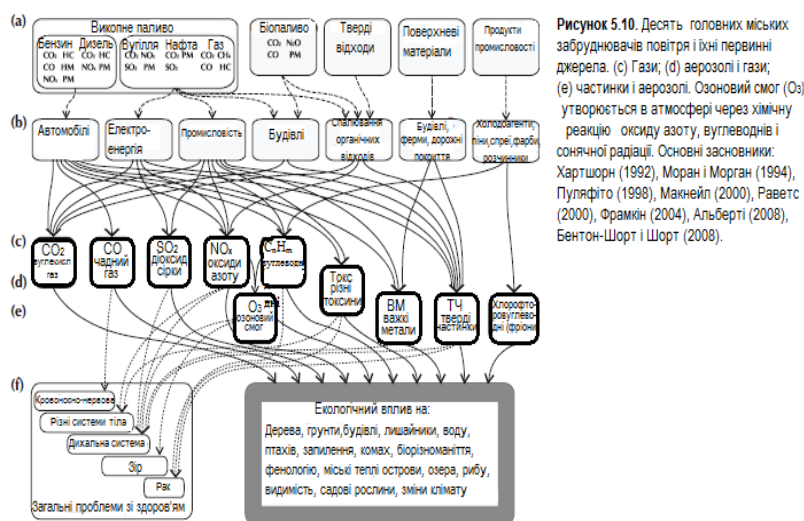


Рисунок 5.10. Десять головних міських забруднювачів повітря і їхні первинні джерела. (с) Газ; (д) аерозолі і газ; (е) частинки і аерозолі. Озоновий смог (O₃) утворюється в атмосфері через хімічну реакцію оксиду азоту, вуглеводнів і сонячної радіації. Основні засновники: Хартшорн (1992), Моран і Морган (1994), Пуляфіто (1998), Макнейл (2000), Раветс (2000), Фрамкін (2004), Альберті (2008), Бентон-Шорт і Шорт (2008).

Рис. 5.4. Десять головних міських забруднювачів повітря та їх первинні джерела

(с) – газ; (д) - аерозолі і газ; (е) – частинки і аерозолі

Найбільш поширеними забруднюючими речовинами, які надходять в атмосферне повітря від техногенних джерел, є: оксид вуглецю CO; лінійний сірки SO₂; оксиди азоту NO₂; вуглеводні, пил.

Оксид вуглецю (CO) – найпоширеніший і найбільший домішок атмосфери, званий в побуті чадним газом. Вміст CO в природних умовах складає від 0,01 до 0,2 мг / м³. У повітря він потрапляє в результаті спалювання твердих відходів, з вихлопними газами і викидами промислових підприємств. Щорічно газу надходить в атмосферу не менше 1250 млн. т. цього газу. Оксид вуглецю є з'єднанням, яке активно реагує зі складовими частинами атмосфери, що обумовлює парниковий ефект, який призводить до підвищення температури на планеті.

Найбільш висока концентрація CO спостерігається на вулицях і площах міст з інтенсивним рухом, особливо на перехрестях. Висока концентрація CO в повітрі призводить до фізіологічних змін в організмі людини, а концентрація більше 750 мг / м³ – до смерті. CO – виключно

агресивний газ, який легко з'єднується з гемоглобіном крові, утворюючи карбоксигемоглобін. Стан організму при диханні повітрям, що містить чадний газ, характеризується:

1. погіршенням гостроти зору і здатності оцінювати тривалість інтервалів часу;
2. порушенням психомоторних функцій головного мозку;
3. зміною діяльності серця і легенів;
4. головними болями, сонливістю, спазмами, порушенням дихання, смертельними наслідками.

Ступінь впливу CO на організм людини залежить також від тривалості впливу (експозиції) і виду діяльності людини. Наприклад, при вмісті CO в повітрі 10-50 мг / м³, який спостерігається на перехрестях вулиць великих міст, при експозиції ~ 60 хв. Відзначаються погіршенням гостроти зору і здатності оцінювати тривалість інтервалів часу, а при експозиції від 12 годин до 6 тижнів – порушенням психомоторних функцій головного мозку. При важкій фізичній роботі отруєння настає в 2-3 рази швидше. Утворення карбоксигемоглобіну – процес зворотній, через 3-4 год вміст його в крові зменшується в 2 рази.

Діоксид сірки (SO₂) – безбарвний газ з гострим запахом. На його частку припадає до 95% від загального обсягу сірчистих сполук, що надходять в атмосферу від антропогенних джерел. Виділяється в процесі згоряння сірковмісного палива або переробки сірчистих руд (до 170 млн. т. в рік). Частина сполук сірки виділяється при горінні органічних залишків у гірничорудних відвалах. Тільки в США загальну кількість викинутого в атмосферу сірчистого ангідриду склало 65 відсотків від загальносвітового викиду. До 70% викидів SO₂ утворюється при спалюванні вугілля. При концентрації оксиду сірки 20 – 30 мг / м³ подразнюється слизова оболонка рота і очей, в роті виникає неприємний присмак. Дуже чутливі до SO₂ хвойні ліси. При концентрації SO₂ в повітрі 0,23-0,32 мг/м³ в результаті

порушення фотосинтезу відбувається усихання хвої протягом 2-3 років. Аналогічні зміни в листяних дерев відбуваються при концентраціях SO_2 0,5-1 мг/м³.

Сірчаний ангідрид. Утворюється при окисленні сірчастого ангідриду. Кінцевим продуктом реакції є аерозоль або розчин сірчаної кислоти в дощовій воді, що підкисляє ґрунт, загострює захворювання дихальних шляхів людини. Випадання аерозолю сірчаної кислоти з димових факелів хімічних підприємств відбувається за низької хмарності й високій вологості повітря. Листові пластинки рослин, що виростають на відстані менше 11 км від таких підприємств, звичайно бувають густо усіяні дрібними некротичними плямами, що утворилися в місцях осідання крапель сірчаної кислоти. Підприємства кольорової і чорної металургії, а також ТЕС щорічно викидають в атмосферу десятки мільйонів тонн сірчаного ангідриду.

Вуглеводні. Основне техногенне джерело викидів вуглеводнів (C_mH_n – пари бензину, метан, пентан, гексан) – автотранспорт. Його питома вага становить понад 50% від загального обсягу викидів. При неповному згорянні палива відбувається також викид циклічних вуглеводнів, що мають канцерогенні властивості. Особливо багато канцерогенних речовин міститься в сажі, що викидається дизельними двигунами. З вуглеводнів в атмосферному повітрі найбільш часто зустрічається метан, що є наслідком його низької реакційної здатності. Вуглеводні мають наркотичну дію, викликають головний біль, запаморочення. При вдиханні протягом 8 годин парів бензину з концентрацією більше 600 мг/м³ виникають головні болі, кашель, неприємні відчуття в горлі.

Під загальною формулою NO_x зазвичай розуміють суму NO і NO_2 . Основні джерела викидів NO_x – двигуни внутрішнього згорання, топки промислових котлів, печі тощо.

Оксиди азоту. Основними джерелами викиду є підприємства, що виробляють азотні добрива, азотну кислоту і нітрати, анілінові барвники, нітросполуки, віскозний шовк, целулоїд. Кількість оксиди азоту, що надходять в атмосферу, становить 20 млн. т. на рік. NO_2 – газ жовтого кольору, що надає повітрю в містах коричневий відтінок. Отруйна дія NO_2 починається з легкого кашлю. При підвищенні концентрації кашель посилюється, починається головний біль, виникає блювота. При контакті NO_2 з водяною парою, на поверхні слизової оболонки утворюються кислоти HNO_3 і HNO_2 , що можуть призвести до набряку легенів. Тривалість перебування NO_2 в атмосфері – близько 3 доби.

Аерозолі. Викиди, які містять домішки у вигляді частинок пилу, диму, туману або пари, називаються аерозолями. Загальне число різновидів забруднюючих атмосферу аерозолів складає кілька сотень.

Тверді компоненти аерозолів у ряді випадків особливо небезпечні для організмів, а в людей викликають специфічні захворювання. В атмосфері аерозольні забруднення сприймаються у вигляді диму, туману, імлі або серпанку. Значна частина аерозолів утворюється в атмосфері при взаємодії твердих і рідких частинок між собою або з водяною парою. Середній розмір аерозольних часток становить 11-51 мкм.

Пил. В атмосферу Землі щорічно надходить близько 11 км^3 пиловидних частинок штучного походження. Велика кількість пилових частинок утворюється також в ході виробничої діяльності. Відомості про деякі джерела техногенного пилу наведені нижче:

Виробничий процес викид пилу, млн. т/рік:

- спалювання кам'яного вугілля 93,60;
- виплавка чавуну 20,21;
- виплавка міді (без очищення) 6,23;
- виплавка цинку 0,18;
- виплавка олова (без очищення) 0,004;

- виплавка свинцю 0,13;
- виробництво цементу 53,37

Пил, що міститься в атмосфері, класифікується за часом і формою його утворення:

- первинне запилювання – пил, що утворюється в результаті якого-небудь природного або антропогенного процесу і викидається в атмосферу;

- вторинне запилювання – пил, утворений в атмосфері, знаходиться в ній в рідких або газоподібних речовинах в результаті хімічних або фізичних перетворень;

- поверхневе запилювання – перехід пилу, що сформувався на поверхні землі, в атмосферу.

У містах головними джерелами забруднення пилом атмосферного повітря є: пил промислових підприємств і котелень, що викидають через димові труби золу; кіптяву – продукти неповного згорання палива у вигляді сажі та адсорбованих на ній смолистих речовин, що містять 3,4-бензопирен; вуличний пил, що піднімається в повітря при русі людей і особливо транспорту. Запилене повітря погіршує кліматичні умови, зменшує сонячну освітленість.

Кількість пилу в повітрі міст залежить від чисельності та щільності населення, кількості та характеру промислових підприємств і ступеня обладнання їх очисними установками, від типу покриттів вулиць і ступеня їх очищення, кількості та характеру опадів, пори року тощо. Максимальна запиленість відзначається в ранкові та вечірні години доби. Тривалість збереження пилу в повітрі і можливість проникнення її в легені залежить головним чином від розміру пилових частинок, їх питомої ваги і форми.

Частинки пилу адсорбують на своїй поверхні різні гази, пари, радіоактивні речовини, мікроорганізми, іони і вільні радикали (останні мають досить високу хімічну активність і підсилюють шкідливу дію пилу

на організм). Пил стає особливо небезпечним, коли на його частинках адсорбуються токсичні і радіоактивні речовини, патогенні мікроорганізми і віруси. Ступінь шкідливого впливу пилу на організм залежить від хімічного складу, кількості, дисперсності, розчинності, від адсорбованих на її поверхні токсичних речовин, мікроорганізмів тощо.

В органах дихання затримується від 40 до 80% пилу в залежності від ступеня дисперсності. Найбільша кількість пилу, що проникає в легеневі альвеолі, має розміри від 0,1 до 10 мк. Повітря, що видихається, містить 5-10% пилових частинок, інший пил частково виводиться назовні миготливим епітелієм, а більша його частина заковтується і потрапляє в шлунково-кишковий тракт. Пил подразнює шкіру, органи зору і слуху. Тривале дихання в запиленому повітрі може призвести до почастішання захворювань (зокрема, органів дихання), особливо дітей і підлітків. Рідкі забруднюючі речовини утворюються при конденсації пари, розпиленні або розливі рідин, в результаті хімічних або фотохімічних реакцій. Конденсація пари відбувається в результаті охолодження її оточуючим атмосферним повітрям. Залежно від точки плавлення конденсовані пари при низьких температурах можуть переходити в тверді частинки.

Багато галузей енергетики та промисловості утворюють не тільки максимальну кількість шкідливих викидів, але і створюють екологічно несприятливі умови для проживання мешканців як великих, так і середнього розміру міст. Викиди токсичних речовин призводять, як правило, до підвищення поточних концентрацій речовин над гранично допустимими концентраціями (ГДК).

ГДК шкідливих речовин в атмосферному повітрі населених місць – це максимальні концентрації, віднесені до певного періоду осереднення (30 хвилин, 24 години, 1 місяць, 1 рік), що не роблять за регламентованої ймовірності їх появи ні прямого, ні опосередкованого шкідливого впливу на організм людини, включаючи віддалені наслідки для теперішнього і

наступних поколінь; які не знижують працездатності і не погіршують самопочуття людини.

5.6 Смог і його типи

Вперше термін «смог» був введений доктором Генрі Антуаном де Во в 1905 році. Великий смог (англ. Great Smog) огорнув Лондон 5 грудня 1952 і розсіявся лише до 9 грудня того ж року. Це стало справжньою катастрофою, в результаті якої загинуло 12000 чоловік, що послужило, як вважається, відправною точкою сучасного природоохоронного (екологічного) руху.

На початку грудня 1952 холодний туман опустився на Лондон. Через холод городяни стали використовувати для опалення вугілля в більшій кількості, ніж зазвичай. Приблизно до цього ж часу завершився процес заміни міського електротранспорту (трамваїв) на автобуси з дизельним двигуном. Замкнені більш важким шаром холодного повітря, продукти горіння в повітрі в лічені дні досягли надзвичайної концентрації. Туман був таким густим, що перешкоджав руху автомобілів. Були скасовані концерти, припинена демонстрація кінофільмів, оскільки смог легко проникав всередину приміщень. Глядачі іноді просто не бачили сцену або екран через щільну завіси.

Спочатку реакція городян була спокійною, оскільки в Лондоні тумани не рідкість. У наступні тижні, проте, статистичні дані, зібрані медичними службами міста, виявили смертоносний характер лиха – кількість смертей серед немовлят, літніх людей, які страждають респіраторними захворюваннями, досягла чотирьох тисяч людей. Ще близько восьми тисяч людей померли в наступні тижні і місяці.

Шок, викликаний цим жорстоким уроком, змусив людей змінити своє ставлення до забруднення повітря. Лихо з усією очевидністю продемонструвало людям в усьому світі, що дана проблема являє собою

безпосередню загрозу життю людей. Були прийняті нові екологічні стандарти, спрямовані на обмеження використання брудних видів палива в промисловості і на заборону сажовмісних вихлопних газів. Серед вжитих заходів – введення в дію Закону «Про чистоту повітря» (редакції від 1956 і 1968 років) і аналогічного Закону міста Лондона (1954 рік).

Міста, розташовані в пониженій місцевості, відрізняються підвищеною повторюваністю температурних інверсій, і, отже, при високому рівні індустріального забруднення повітря вони схильні до утворення смогу.

Виділяють три типи смогу:

- крижаний смог (аляскинського типу);
- вологий смог (лондонського типу);
- сухий, або фотохімічний смог (лос-анджелеського типу).

Крижаний смог (аляскинського типу) – характерний для високих широт в зимовий час при температурі – 30-35⁰С і повній тиші. При низькій температурі крапельки водяної пари перетворюються на кристалики льоду (розміром 5-10 мкм) і повисають у повітрі у вигляді густого білого туману, видимість зменшується до 8-10 м. На кристаликах льоду адсорбуються часточки і молекули пило-газових викидів. Кристалики льоду опускаються в приземний шар. Дихання в такому тумані стає неможливим.

Для України крижаної смог не характерний.

Лондонський смог формується при вологості повітря близько 100%, температурі 0⁰С, тривалій штильовій погоди і високій концентрації продуктів згоряння твердого та рідкого палива (SO₂, сажа, NO_x і CO).

Фотохімічний смог утворюється в ясну сонячну погоду, при низькій вологості, температурі вище +30⁰С, повній відсутності вітру і високій забрудненості повітря і протягом не менше доби підвищеної інверсії. Стійка безвітряна погода, зазвичай супроводжується інверсіями, необхідними для створення високої концентрації реагуючих речовин.

Такі умови створюються частіше в червні – вересні і рідше взимку. При тривалій ясній погоді сонячна радіація викликає розщеплення молекул діоксиду азоту з утворенням оксиду азоту і атомарного кисню.

Атомарний кисень з молекулярним киснем дають озон. Здавалося б, останній, окислюючи оксид азоту, повинен знову перетворюватися на молекулярний кисень, а оксид азоту – в діоксид. Але цього не відбувається. Оксид азоту вступає в реакції з олефінами вихлопних газів, які при цьому розщеплюються по подвійному зв'язку і утворюють осколки молекул, і надлишок озону.

В результаті тривалої дисоціації нові маси діоксиду азоту розщеплюються і дають додаткові кількості озону. Виникає циклічна реакція, у результаті якої в атмосфері поступово накопичується озон. Цей процес у нічний час припиняється. У свою чергу озон вступає в реакцію з олефінами. В атмосфері концентруються різні перекиси, які в сумі і утворюють характерні для фотохімічного туману оксиданти. Останні є джерелом так званих вільних радикалів, що відрізняються особливою реакційною здатністю.

При фотохімічному смозі спостерігається поява блакитного серпанку або білуватого туману і пов'язане з цим погіршення видимості. Основними хімічними сполуками, що забезпечують перераховані вище властивості смогу, є озоніди вуглецю і пероксіяціл-нітрати, що утворюються в повітрі в результаті хімічних реакцій вуглеводнів з оксидами азоту та вуглецю під впливом сонячної радіації (фотохімічний ефект).

Фотохімічний смог характерний для таких міст України, як Дніпропетровськ, Донецьк, Запоріжжя.

Наслідки смогу

Від фотохімічного смогу страждають і люди, і рослини, і будівлі та різні матеріали. Гинуть домашні тварини, головним чином собаки і птиці.

Високі концентрації оксидантів – озону, оксидів азоту, що містяться в фотохімічному смозі, надають йому надзвичайно неприємні властивості. Люди, що опинилися під впливом смогу, відчувають сильне подразнення слизових оболонок очей і дихальних шляхів через наявність у ньому токсичних речовин. Вони викликають сльозотечу при концентраціях в $0,1 \text{ млн}^{-1}$. Якщо вміст таких оксидантів перевищує $0,25 \text{ млн}^{-1}$, спостерігаються напади астми, кашель, неприємні відчуття в грудях, головний біль.

Табл. 5.2. Порівняльна характеристика смогу в Лос-Анджелесі та Лондоні

Характеристика	Лос-Анджелес	Лондон
Температура повітря	Від 24 до 32 ⁰ С	Від -1 до 4 ⁰ С
Відносна вологість	<70%	85% (+ туман)
Інверсія температури	На висоті 1000 м	На висоті кількох сотень метрів
Швидкість вітру	<3 м/с	безвітряно
Видимість	<0,8-1,6 км	<30 м
Місяці найбільш частого появи	Серпень–вересень	Грудень січень
Основні палива	бензин	Вугілля (і бензин)
Основні складові	O ₃ , NO, NO ₂ , CO, органічні речовини	Дрібні частинки, CO, сполуки сірки
Тип хімічних реакцій	окислення	відновлення
Час максимального згущення	полудень	рано-вранці
Основний вплив на здоров'я	Подразнення очей, порушення дихання	Подразнення дихальних шляхів
Найбільш пошкоджені матеріали	гума	Залізо, бетон

Концентрації озону, що досягаються в фотохімічному смозі, також дуже шкідливі для здоров'я. Так, вже $0,1 \text{ млн}^{-1}$ озону в повітрі викликає сухість в горлі, подразнення дихальних шляхів, зниження стійкості до бактерій. Концентрації озону в $0,3 \text{ млн}^{-1}$ викликають порушення дихання,

спазм грудної клітки, запаморочення. Тривалий контакт з таким повітрям призводить до зростання захворюваності та смертності людей. Особливо сильно смог впливає на дітей та літніх людей.

Фотохімічний смог негативно впливає і на рослинність. Особливо погано фотохімічний смог впливає на боби, буряк, злаки, виноград, а також декоративні рослини. Ознакою того, що рослина піддалося шкідливому впливу фотохімічного туману, є набухання листя, яке потім переходить в появу на верхніх листках плям і білого нальоту, а на нижніх – бронзового або сріблястого відтінку. Потім рослина починає швидко чахнути. Крім усього іншого, фотохімічний туман веде за собою прискорену корозію матеріалів і елементів будівель, розтріскування фарб, гумових і синтетичних виробів, і навіть псування одягу.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1. Назвіть склад та екологічну функцію атмосфери?*
- 2. Охарактеризуйте будову атмосфери?*
- 3. Що таке озоновий шар та його екологічна роль?*
- 4. Назвіть основні джерела забруднення атмосфери?*
- 5. Надайте характеристику забруднювачів атмосфери?*
- 6. Що таке організовані і неорганізовані антропогенні джерела забруднення атмосфери?*
- 7. Які основні закономірності поширення забруднювачів в повітрі?*
- 8. Назвіть джерела забруднення атмосфери міста?*
- 9. Назвіть хімічний склад основних забруднювачів атмосфери міста?*
- 10. Що таке смог? Які механізми його утворення та біологічні наслідки?*

6. ЗАХОДИ ЩОДО ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ

6.1. Санітарно-захисні зони

Заходи щодо забезпечення охорони атмосферного повітря міського середовища можна умовно розділити на наступні групи:

- організація санітарно-захисних зон;
- архітектурно-планувальні рішення;
- інженерно-організаційні заходи;
- безвідходні і маловідходні технології;
- технічні засоби і технології очищення викидів.

Об'єкти, що є джерелами виділення в навколишнє середовище шкідливих і з неприємним запахом речовин, слід відокремлювати від житлової забудови санітарно-захисною зоною (СЗЗ). Розміри нормативної СЗЗ до межі житлової забудови встановлюють залежно від потужності підприємства, особливостей технологічного процесу виробництва, характеру і кількості шкідливих і з неприємним запахом речовин, що виділяються в атмосферу. Відповідно до санітарної класифікацією промислових підприємств розміри санітарно-захисних зон встановлюються в межах від 50 до 3000 м в залежності від класу небезпеки підприємства.

Підприємства з технологічними процесами, які не приводять до виділення в атмосферу забруднюючих речовин, допускається розміщувати в межах житлових районів.

СЗЗ не можна розглядати як резервну територію і використовувати для розширення промислового майданчика. На території СЗЗ допускають розміщення об'єктів більш низького класу шкідливості, ніж основне виробництво – складів, гаражів, автостоянок тощо.

Розмір СЗЗ до межі житлової забудови слід встановлювати:

– для підприємств з технологічними процесами, які є джерелами забруднення атмосферного повітря – труби, шахти, аераційні ліхтарі будівель, місця навантаження – розвантаження сировини;

– для електростанцій, котелень – від димарів.

Територія СЗЗ повинна бути упорядкована і озеленена. При проектуванні благоустрою СЗЗ необхідно зберігати існуючі зелені насадження. З боку сільської території належить передбачати смугу деревно-чагарникових насаджень завширшки не менше 50 м, а при ширині зони до 100 м – не менше 20 м.

Поблизу підприємств з великою кількістю викидів шкідливих речовин санітарно-захисна зона формується у вигляді аеродинамічної системи: складається з зелених захисних смуг і відкритих просторів між ними. Смуги доцільно розміщувати під кутом 80–90 градусів до основного напрямку вітру.

При цьому зона провітрюється по численних каналах в горизонтальному напрямку. Завихрення повітря за смугами сприяє утворенню висхідних потоків і розсіювання викидів в найбільш високих шарах атмосфери. Одночасно захисні смуги і газонні покриття затримують пил і аерозолі, поглинають шкідливі гази.

Розміри СЗЗ уточнюються при розрахунках розсіювання пилогазових викидів і можуть виявитися більше або менше нормативних. Якщо розрахунковий розмір СЗЗ більше нормативного, то приймаються міри для зниження обсягу пилогазових викидів або розмір СЗЗ встановлюється відповідно до розрахункових.

При знаходженні промислового підприємства всередині житлової забудови і неможливості забезпечити дотримання розмірів СЗЗ відповідно до нормативів, необхідно забезпечити ступінь очищення пилогазових викидів до рівня ГДК на кордоні підприємства.

Отримані за розрахунком розміри СЗЗ повинні уточнюватися для різних напрямків вітру в залежності від результатів розрахунку забруднення атмосфери і середньорічної рози вітрів району розташування підприємства.

6.2. Архітектурно-планувальні заходи

До архітектурно-планувальних відносяться заходи, пов'язані з вибором майданчика для будівництва промислового підприємства, взаємним розташуванням підприємства і житлових кварталів, взаємним розташуванням цехів підприємства, пристроєм зелених зон.

Промисловий об'єкт повинен бути розташований на рівному, піднесеному, добре провітрюваному місці (рис. 6.1).

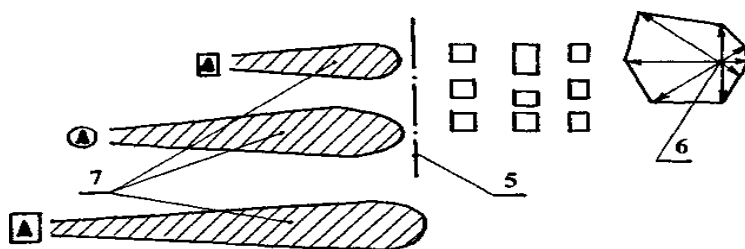


Рис. 6.1. Приклад розміщення промислового об'єкта:

1 - житлова забудова; 2 - цехи підприємства; 3 - точкове високе джерело (димова труба); 4 - лінійне джерело (аераційні ліхтарі); 5 - кордон населеного пункту; 6 - середня роза вітрів теплого періоду року; 7 - факели викидів забруднюючих речовин при направленні вітру в бік житлової забудови.

Майданчик житлової забудови повинен бути розміщений нижче підприємства, в іншому випадку перевага високих труб для розсіювання шкідливих викидів зводиться нанівець.

Джерела забруднення атмосфери бажано розташовувати за межею населених пунктів і з підвітряного боку від житлових масивів за середньою розою вітрів теплого періоду року, щоб викиди спрямовувались в бік від житлових кварталів.

Відстань між виробничими будівлями при видаленні шкідливих речовин через аераційні ліхтарі повинна бути більше восьми висот будівлі, що стоїть попереду, якщо вона широка ($> 8h$), і десяти, якщо вона вузька ($> 10h$). У цьому випадку забруднюючі речовини не будуть накопичуватися в міжкорпусній зоні.

Цехи, що виділяють найбільшу кількість забруднюючих речовин, слід розташовувати на краю виробничої території з боку, протилежного житловому масиву.

Розташування цехів повинно бути таким, щоб при напрямку вітру в бік житлових кварталів їх викиди не об'єднувалися.

Важливе місце займають методи фітомеліорації з використанням зелених насаджень, залісення територій.

Зелені насадження є ефективними біофільтрами. При проходженні запиленого повітря через крони дерев і чагарників, а також через трав'янисту рослинність воно очищається від пилу завдяки осадженню аерозольних часток на поверхні листя і стебел рослин.

Крім того, зелені насадження можуть поглинати і газоподібні домішки. Наприклад, 10 кг листя дерева (у перерахунку на суху масу) за період з травня по вересень поглинають наступну кількість сірчистого газу: тополя – 180 г, липа – 100 г, береза – 90 г, клен – 20-30 г. Для лісостепу поглинальна здатність зелених насаджень складає 700 – 1000 кг/га. У районах, де випадає більша кількість опадів, поглинальна здатність зелених насаджень зростає.

Якщо концентрація забруднюючих речовин перевищує гранично допустиму, вона стає шкідливою для життєдіяльності рослин і може призвести до їх загибелі. Найбільш газостійкі дерева – акація, дуб, верба, клен.

6.3. Інженерно-організаційні заходи

Основні види інженерно-організаційних заходів полягають у наступному:

а) зниження інтенсивності та організації руху автотранспорту.

Для цього ведеться будівництво об'їзних і окружних доріг навколо міст і населених пунктів, створення розв'язок перетинань доріг на різних рівнях, організація на основних міських магістралях руху по типу «зелена хвиля».

б) збільшення висоти димових труб;

Чим вище труба, тим краще розсіювання пилогазових викидів в атмосфері. Якщо димова труба висотою 100 м дозволяє розсіювати шкідливі речовини в радіусі до 20 км, то труба висотою 250 м збільшує радіус розсіювання до 75 км. Найвища в світі димова труба висотою більше 400 м побудована на мідно-нікелевому комбінаті в Садбері в Канаді.

Слід враховувати, що при викидах через високі димові труби підвищується загальне фонове забруднення повітря. Зі збільшенням висоти труби різко зростає її вартість, тому на практиці не рекомендується будівництво труб вище 150 м.

в) підвищення швидкості руху газів в димовій трубі.

Це сприяє збільшенню початкового підйому викидів, поліпшення умов їх розсіювання. З іншого боку, при цьому зростає гідравлічний опір димаря і відповідно питомі енерговитрати на транспортування газів.

6.4. Маловідходні та безвідходні технології

Впровадження безвідходних та маловідходних технологій є найбільш перспективним заходом, що дозволяє докорінно знизити рівень забруднення повітряного басейну.

Основними напрямками в області зниження газоподібних відходів підприємств є:

- перехід підприємств теплоенергетики з твердого палива на природний газ, що дозволяє істотно знизити рівень забруднення атмосферного повітря пилом і сірчистими сполуками;
- впровадження в якості автомобільного палива природного газу;
- вдосконалення топкового простору і паливних пальників енергетичних котлів, оптимізація процесу спалювання палива, що дозволить знизити викиди оксидів азоту в атмосферу;
- зниження енергоємності виробництва та використання вторинних енергоресурсів у вигляді гарячої води і гарячих газів.

6.5. Технічні засоби і технології очищення викидів

Очищення пилогазових викидів є основним заходом щодо захисту і відновлення повітряного басейна. Існують різні методи очищення викидів від твердих, рідких і газоподібних домішок. На основі цих методів розроблено велику кількість пристроїв і апаратів, при комплексному використанні яких може бути досягнута високоефективне очищення пилогазових викидів. З метою економії виробничих площ ці пристрої і апарати розміщують, як правило, у верхніх ярусах цехового простору. Витягнуті з пилогазових викидів речовини зазвичай є або готовим продуктом, або цінним видом вторинної сировини.

Для очищення газів від твердих і рідких частинок застосовують технології сухої інерційної очистки газів, мокрого очищення газів, фільтрації, електростатичного осадження.

Для очищення газів від хімічних компонентів застосовують методи абсорбції, термічну і термокаталітичну очистку, біохімічні реактори.

До основних вимог, що пред'являються до апаратів пило- та газоочищення, відносяться висока ефективність і експлуатаційна

надійність. Слід враховувати, що чим вище необхідний ступінь очищення газів і чим дрібніше уловлювані частинки, тим більшими виявляються питомі капітальні витрати на спорудження установок і витрати на їх експлуатацію.

Для забезпечення оптимального вибору технології та конструкції апарату очищення викидів проводиться техніко-економічна оцінка. Газоочисні установки, як правило, не дають прямого прибутку. Можливість використовувати вловлений продукт покриває тільки незначну частину витрат. Тому в числі техніко-економічних показників слід враховувати відвернений збиток від можливого забруднення атмосферного повітря у разі відсутності очистки, що створює передумови встановлення рентабельності і очікуваного прибутку від впровадження систем і апаратів очищення викидів.

Техніко-економічна оцінка проводиться шляхом порівняння показників впроваджуваного об'єкта пилогазоочистки з кращими діючими аналогами.

6.6. Мікроклімат міста

У порівнянні з найближчими приміськими районами, мікроклімат міста має наступні характеристики:

1. Випромінювання: (а) набагато менше УФ-випромінювання (на 25-90% менше); (б) менше сонячної радіації (1-25%); (в) значна затримка інфрачервоного теплового випромінювання (5-40%).

2. Тепло и температура: (а) підвищена температура (на 1-3 °С вище середньорічного значення й до 12 °С на окремих територіях); (б) більший до гори тепловий потік (50%); (в) Значне акумулювання тепла (+ 200%)

3. Вологість: (а) значно менший процес евапотранспірації (+ 50%); (б) зніжена вологість повітря (літній денний час); (в) більша кількість гроз;

(д) менше снігу (інколи перетворення снігу в дощові опади); (е) більша загальна кількість опадів, особливо на підвітряній стороні міста

4. *Рух повітря*: (а) велика турбулентність (10-50%); (б) знижена швидкість вітру (на 5-30% при 10 м над поверхнею землі); (в) змінений напрямку руху вітру (на 1-10 градусів)

5. *Атмосферні явища*: (а) обмежена видимість; (б) більше туманів на підвітряної стороні міста; (в) більше хмар на підвітряній стороні міста.

Для забруднювачів повітря, відмінності між міськими та приміськими території, як правило, набагато більші, навіть на порядок а) забруднюючих гази в 5-25 разів більше в міських районах; та (в) твердих частинок аерозолів у 10 разів більше.

Зазначені вище фактори є причиною утворення так званого «острова тепла» над містом. Розмір «острова тепла» і його показники змінюються в часі і просторі під впливом фонових метеорологічних умов та місцевих особливостей міста.

На формування міського клімату впливають:

- прямі викиди тепла і зміни режиму сонячної радіації;
- пилогазові викиди промислових підприємств і транспорту;
- зміни теплового балансу за рахунок зменшення випаровування, мала проникність підстильної поверхні, що сприяє швидкому стоку води і значна теплопровідність покриттів (дахів, стін будинків, мостових тощо);
- пересіченість місцевості, створювана міською забудовою, велика частка вертикальних поверхонь, що призводить до взаємного затінення будинків і утворення улоговинних умов на тлі рівнинного рельєфу. Нерідко самі міста розташовуються в природних улоговинах.

Перераховані фактори діють комплексно, хоча і неоднаково в різних умовах клімату і погоди.

Мікроклімат в чомусь обумовлений характером інсоляції. Величина інсоляції залежить від багатьох факторів. У рівнинних ландшафтах сонячні

промені уловлюються і відображаються горизонтальною поверхнею, а в місті – складною системою по-різному орієнтованих площин будівель і споруд. У містах ці площини виконують роль рефлектора, поглинаючи частину енергії. Відбиття визначається різницею матеріалів поверхні та утворення груп об'єктів. Відсоток відбитого сонячного випромінювання в місті варіює в широких межах:

1. Забудована територія: а) цемент 25%; (б) асфальт 13%; (в) уся урбанізована місцевість 15%; г) комерційні центри міста 14%; д) забудована площа 12%;

2. Ділянки рослинності: а) сінокоси 23%; (б) сільськогосподарські 20%; (в) луг 15%; (г) листяні ліси 16%; д) хвойні ліси 12%; (е) тропічний дощовий ліс 8%

3. Інші поверхні: а) свіжий сніговий покрив 85%; (б) свіжа біла пофарбована поверхня 80%; (в) кам'яний кар'єр 17%; (д) аеропорт 10%; е) поверхневі водні об'єкти (наприклад, озера) 7%.

В цілому, гладкі сухі поверхні світлого кольору відбивають більшу частину сонячної радіації.

Надходженню на землю променевої енергії сонця перешкоджають тверді зважені частинки в атмосфері. Енергія поглинених променів витрачається на безпосереднє підвищення температури повітря. Підвищенню температури повітря в містах сприяють і інші фактори.

Система міських вулиць і площ призводить до змін напрямку вітру в місті. Вітер переважно прямує уздовж вулиць (рис. 4.2).

Зменшення ширини або збільшення висоти будинків мають тенденцію зменшувати швидкість вітру між будівлями. Подвоєння висоти будівлі може призвести до виникнення вихрових потоків на початку вулиці. У тиху погоду на перегрітій території міста спостерігається так званий міський бриз (швидкість вітру відносно низька).

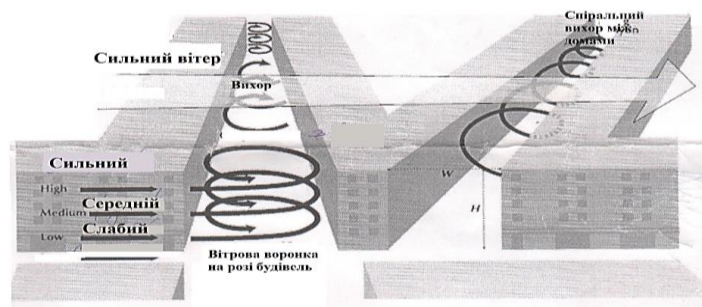


Рис. 6.2 Рух повітря серед забудови міста

Загалом швидкість вітру в місті слабшає, але у вузьких вулицях посилюється; на вулицях і перехрестях легко виникають пилові вихори і поземки.

Слабкі вітри спрямовані вдень від навколишньої місцевості до центру міста при посиленні висхідного руху повітря над містом (рис. 6.3а). Бризи або регіональні вітри мають тенденцію вентилувати і очищати міські поверхні і повітря, знижувати температуру. Якщо загальний перенос повітря досить сильний, бриз непомітний.

Так як висока температура повітря від міської поверхні зменшується з підняттям у верхні шари атмосфери, то це призводить до того, що виникають повітряні потоки, що піднімаються вгору природним шляхом.

При цьому тепле і забруднене повітря переміщується вгору, забираючи за собою невелику кількість більш прохолодного повітря з приміської території, міських лісів або водних об'єктів – "бриз з материка" (який може містити забруднюючі речовини) (рис. 6.3).

За певних мікрокліматичних умов шар теплого повітря формує температурну інверсію, і скупчується протягом певного періоду часу над містом (рис. 6.3с). Цим нерухомим теплим шаром переривається природна висхідна вентиляція теплого міського повітря.

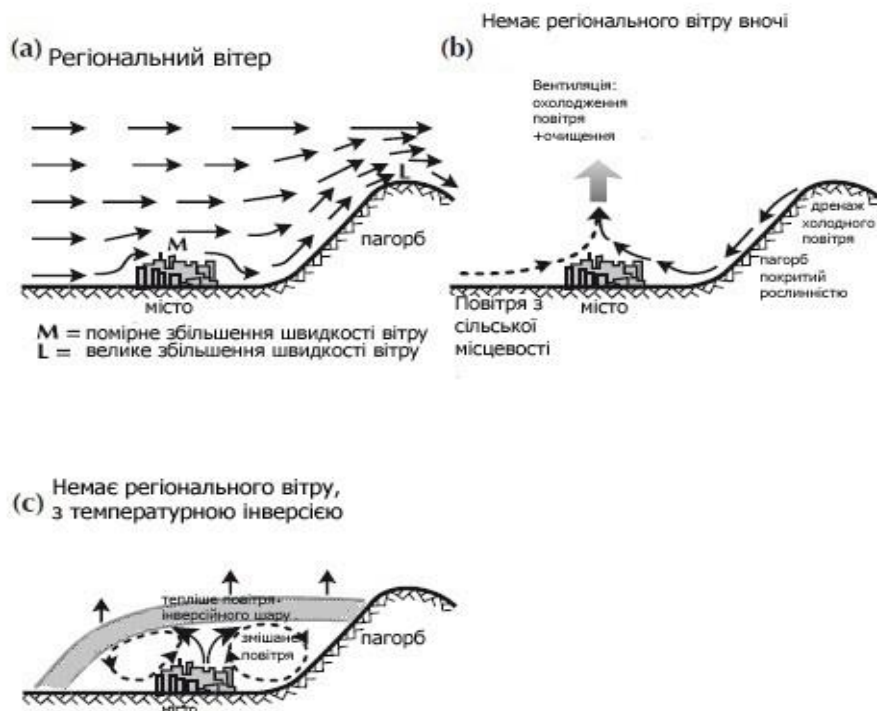


Рис. 6.3. Повітряні потоки між містом і пагорбом

(A) Стрілки вказують на напрям повітряного потоку.

(B) і (C) Тепле повітря в містах піднімається вгору. (C) Інверсійний шар теплого повітря, перериває нормальний рух повітря вгору від теплою поверхи в холодні верхні шари атмосфери (тропосфери).

Таким чином, міська висока температура зростає нижче шару інверсії, поступово поширюючись за межі міста, часто підвищуючи температуру в передмісті найбільш далеких районів. Так як немає ніякої висхідної вентиляції через шар інверсії, кількість забруднюючих речовин також зростає під цим шаром. Нарешті, вітер або шторм здуває високу температуру і забруднюючі речовини. Мешканці тоді насолоджуються абсолютно прозорим повітрям.

Температура навколишнього середовища може бути на 5-10°C тепліше, ніж у районах віддалених від промислового центру. Наприклад, температура в Нью-Йорку в середньому тепліше, ніж в інших місцевостях вздовж 130 кілометрової території, що оточує сільські місцевості. Величина різниці температур залежить від просторової неоднорідності

міських ландшафтів. Так як відсоток штучних зроблених людиною поверхностей зростає, то це призводить до збільшення різниці температур. Звідси видно, що міська поверхня землі тепліше ніж сусідні житлові території, які в свою чергу тепліші, ніж сусідні фермерські угіддя або ліси. Ці відмінності також змінюються сезонно. Наприклад, міста в середніх широтах типово тепліші на 1-2°C, ніж околиці взимку та на 0,5-1°C влітку.

Міський острів тепла залежить від регіону, що видно з порівняння Балтимору (США, штат Меріленд) та Феніксу (США, штат Арізона). Влітку середня максимальна температура в Балтиморі була більшою ніж в сільських територіях. Фенікс з іншого боку став оазисом низьких температур, порівняно з навколишніми пустелями. Охолодження Феніксу пов'язане з поливанням зелених насаджень у місці. Незважаючи на це, середні мінімальні температури були більшими в обох місцях, ніж у відповідній сусідній сільській території, але різниця з Феніксом була більшою.

Інтенсивність теплового острова також пов'язана з розміром міста та густотою населення. Наприклад, середня мінімальна різниця температур збільшувалася до 1970 р., коли у місті був спад населення. З 1970-х років середня різниця температур вирівнялась. У Феніксі спостерігалось також збільшення середньої різниці температур при збільшенні населення. Так як Фенікс є другою за швидкістю зростання агломерацією в США, то різниця температур продовжує збільшуватись зі збільшенням населення. Загалом існує нелінійна залежність між середньо-мінімальною різницею температур та густотою населення.

Різниця між кліматом міста та села має біологічні наслідки. Наприклад, в результаті кліматичних змін в помірних містах зони розпускання листя та цвітіння рослин відбувається раніше, опадання листя пізніше, ніж у навколишній сільській місцевості. Підвищення температури навколо міста підвищує формування озону і також збільшує кількість

офіційно визнаних "брудних днів" та викидів незначних кількостей малих газових складових. Концентрація озону, як правило, найвища в міських районах та навколо. Так як міські райони розширені за рахунок забудови приміських територій, то просторовий вплив урбанізації збільшився. Озонове забруднення у районах негативно впливає на вирощування зернових культур і зменшує урожайність на 5-10%. Тип зернових культур на стадії розвитку, масштаб і тривалість впливу озону – все це впливає на зниження виробництва.

Опади посилюються з підвітряного боку міста, як результат високих концентрацій ядер конденсації в атмосфері міських зон. На 5-10% більше опадів може випадати в містах, в яких існує велика хмарність та туман. Ймовірність опадів зростає ближче до закінчення тижня або на вихідні дні, у зв'язку з накопиченням викидів в результаті виробництва та транспортування.

Стан водного середовища у місті різко відрізняється від сільськогосподарських та диких земель. Бюджет води становить 100 одиниць опадів, в результаті порівняння міських та не міських територій. Випаровування зменшується з 40% до 25%, поверхневий стік збільшується з 10% до 30% та рівень ґрунтових вод зменшується з 50% до 32%. 43% опадів витікають з міських територій через зливну каналізацію, 13% з яких, в першу чергу, випали на будівлі. Існування непроникних поверхонь є критичним для функціонування міських вододілів. Гідрологія міських районів може змінюватись за рахунок екологічних структур. Наприклад, зменшення кількості території покритої деревами в містах, збільшує швидкість стоку та зменшує час затримки між початком бурі та початком стоку. Збільшення стоку в міських районах змінює міські потоки, які починають глибоко врзатися у заплави річок. Залишок прибережної рослинності може постраждати від нестачі ґрунтових вод.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. *Які вимоги до визначення розмірів санітарно-захисних зон у місті?*
2. *Що можна віднести до основних архітектурно-планувальних рішень щодо зменшення забруднення атмосферного повітря міста?*
3. *Які інженерно-організаційні заходи щодо вирішення питання зменшення забруднення повітря існують?*
4. *Які безвідходні і маловідходні технології сприяють зменшенню забруднення повітря?*
5. *Назвіть основні технічні засоби і технології очищення викидів в повітря?*
6. *Які особливості клімату міста?*
7. *Що впливає на мікроклімат міста?*
8. *Чим відрізняється стан водного середовища міста від сільськогосподарських та природних земель?*
9. *Які біологічні наслідки має різниця між кліматом міста та села?*
10. *Чим відрізняється характеристика вітру в місті у порівнянні із сільською місцевістю?*

7. ҐРУНТИ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Ґрунт - поверхневий шар земної кори (літосфери), що володіє властивістю родючості, тобто здатністю постійно забезпечувати рослини живильними речовинами. Вона, як повітря й вода. - найважливіша ланка біосфери, що впливає на видовий і хімічний склад рослин, кормів, одержуваних з них: джерело різноманітної мікрофлори, макро- і мікроелементів. Наявність у ґрунті великої кількості мікроорганізмів створює умови для підтримки різних біохімічних, мікробіологічних процесів, що впливають на склад самого ґрунту, а також на нагромадження живильних речовин для рослин.

Активність біохімічних і мікробіологічних процесів, що проходять у ґрунті, залежить від її структури, тобто наявності й складу грудок різних розмірів від 2 до 10 мм. У зв'язку із цим для санітарно-гігієнічної оцінки ґрунту при виборі ділянки землі для будівництва міських об'єктів необхідно знати механічний склад ґрунту на досліджуваній ділянці, її фізичні властивості. Крім того, бажане оцінювати ґрунт по наявності в ній органічних речовин, ступені й активності розкладання їх в аеробні й анаеробних умовах, по змісту мікрофлори й іншим факторам.

Ґрунт - це. мабуть, одна із самих складних природних лабораторій, де постійно йдуть різноманітні фізико-хімічні процеси, біохімічні реакції й перетворення. Усе це сприяє тому, що ґрунт впливає на клімат і мікроклімат, рослинний і тваринний світ, спрямований на господарську діяльність людини.

Наука про урбанізовані ґрунти ще дуже молода в порівнянні з класичною наукою про ґрунти, яка традиційно має справу лише з ґрунтами сільської місцевості. Починаючи з середини 1970-х років, ґрунти міста були лише предметом обговорення, зокрема, у США, Німеччині та Росії.

Наприклад, на конференції Міжнародного товариства ґрунтознавства (МТГ) в 1986 році в Німеччині, були детально представлені муніципальні ґрунти в районі Берліна (Західний). Перші дослідження міських ґрунтів почалися на початку 1990-х. Це наукові дослідження Баллокf і Грегорі (1991), які були проведені на антропогенних порушених ґрунтах у Сполученому Королівстві (1992) та на муніципальних ґрунтах у містах США. В 1990-х роках з'явилися численні публікації інших зарубіжних авторів.

Питання урбанізації, використання ґрунтів, але, перш за всі, забруднення прикувало увагу до міських ґрунтів та їх проблем. Робочі групи, сформовані в різних міських районах, наприклад, у районі Руру (Німеччина) і в Москві (Росія) інтенсивно займаються ґрунтами міських територій, характеристики яких дуже сильно відрізняються від ґрунтів сільської місцевості. Підвищена уваги приділялась міським ґрунтам у країнах, які мали досвід роботи в дослідженнях з ґрунтознавства (наприклад, у Франції, Польщі, Росії та США) і в країнах, які проводили збір даних та оцінювання ступеня забруднення міста (наприклад, у Німеччині і Нідерландах).

Перша міжнародна Конференція, яка була присвячена проблемам ґрунтів міських і промислових територій, відбулася в Ессені (Німеччина) в 2000 році. Наступні конференції проходили в Нансі (Франція) в 2003 році, у Каїрі (Єгипет) в 2005 році, Нанкін (Китай) в 2007 році і у Нью-Йорку (США) в 2009 році. На цих конференціях обговорювались результати досліджень міських ґрунтів.

7.1. Склад та структура міських ґрунтів

Ґрунти міських територій містять у величезній кількості різні хімічні речовини, які просторово розподілені й взаємозалежні між собою. Від складу й кількості цих речовин залежить ріст зелених рослин міста.

Будинки й дороги, і їхня довговічність, залежать також від складу хімічних речовини ґрунту. Переважна частина хімічних речовин ґрунту – це природні речовини, такі як цинк і хлориди, у той час як інші речовини, серед яких більш 100 000 речовин нові й синтезовані. Деякі з них «добрі», а інші «погані» для навколишнього середовища й людини. Одні з них сприяють росту рослин, мікробних співтовариств, водних екосистем тощо, у той час як інші можуть пригнічувати ріст живих організмів.

По суті, уся різноманітність хімічних речовин ґрунту пов'язана із чотирма основними джерелами:

(1) геологічна основа: іони Ca й карбонату (CO_3) з вапняку; Si з гірських порід, а також піску;

(2) штучні матеріали: Si з будівельного піску й гравію; Ca й Mg із щебенів; сірка (S) з донних відкладань водних об'єктів (ван Бохемен, 2005); CH_4 , H_2S і CO_2 зі сміття й численні неорганічні й органічні сполуки з антропогенних артефактів;

(3) атмосферні викиди: SO_2 і NO_x кислотних опадів; важкі метали у вигляді пилу й аерозолів; важкі метали й вуглеводні відпрацьованих газів автомобілів; іони Ca й CO_2 з викидів цементних заводів; різноманітні хімічні сполуки промислових зон;

4) речовини антропогенної природи, що втримуються у верхньому шарі ґрунту: іони Na і Cl повареної солі, використовуваної для посипання доріг у зимовий період; органічні й неорганічні пестициди, використовувані для зелених насаджень міста; іони Ca й CO_2 , що вимиваються атмосферними опадами зі стін будинків; важкі метали й вуглеводні, що втримуються в дощовій воді; вуглеводні, N, P і K, які утворюються при гнитті опалого листя й з ґрунтового гумусу; сполуки C, N, P і важкі метали з мулу міських очисних станцій.

Існує сім відмінностей міських ґрунтів від природних:

1. широко розповсюджене ущільнення ґрунту і як наслідки – вплив на дренаж, аерацію, хімічний склад, мікробне співтовариство, тварин і рослини;
2. рН – сильно лужні або сильно кислі ґрунти, що обумовлене високою концентрацією карбонату кальцію, що може надходити із бетонних конструкцій і будівельного матеріалу (природні вапнякові ґрунти також мають високу рН);
3. велика кількість опалого листя й деревини;
4. хімічні речовини викидів промисловості, електроенергетики й транспорту, які осідають з повітря;
5. підземні будови плюс різні насипні ґрунти;
6. присутність різноманітних хімічних речовин і інертних матеріалів у верхньому шарі ґрунту;
7. погана аерація через велику площу зайняту штучними покриттями.

7.2. Ґрунт і його основні характеристики

Основоположником вчення про ґрунти є російський вчений В.В. Докучаєв (1846 – 1903), який дав перше наукове визначення ґрунту (1879): «Ґрунт – це ті древні або близькі до них обрії гірських порід (однаково яких), які були більш-менш природно змінені взаємним впливом води, повітря й різного роду організмів живих і мертвих, що й позначається відомим образом на складі, структурі й кольорі таких утворів».

Докучаєв В.В. довів, що ґрунти є результатом складної взаємодії гірських порід, клімату, рослинних і тварин організмів, рельєфу (рис. 7.1).

Докучаєвим В.В. був відкритий закон світової зональності ґрунтів. Суть цього закону: поширення ґрунтів на Землі підкоряється загалом

закону природної широтної зональності й кожній природній зоні відповідає свій «зональний» тип ґрунту. Причому кожна природна зона характеризується не одним якимось типом ґрунту, а певним набором досить численних, сполучених між собою, але генетично не зв'язаних ґрунтових типів.

Ґрунт – біокосне тіло природи. Розташовуючись на границі зіткнення літосфери, атмосфери й гідросфери, вона формує особливу геосферу – педосферу, або ґрунтовий покрив Землі. Одночасно ґрунт є одним з головних і складних компонентів біосфери – області поширення життя на Землі.

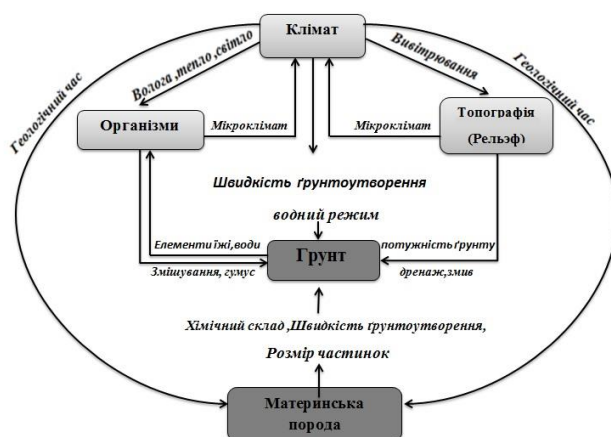


Рис. 7.1. Взаємозв'язок ґрунтоутворюючих факторів і ґрунту в часі

Будова ґрунту. Будь-який ґрунт можна розглядати як гетерогенну, багатофазну систему, що складається із трьох фаз: твердої, рідкої й газоподібної. У твердій фазі переважають мінеральні утворення (50...60% від загального складу ґрунту), які представлені первинними (кварц, польові шпати) і вторинними (глинисті мінерали: каолінит, монтморилоніт, гідрослюди, змішано-шарувати мінерали; мінерали оксидів заліза, алюмінію, марганцю, кремнію; мінерали – солі: доломіт, сода, кальцит,

магnezит, трону, гіпс, ангідрит, мірабіліт, галіт, фосфати, нітрати, сульфіді й ін.) мінералами. До цієї ж фази відносяться різні органічні речовини (до 10 %), у тому числі гумус або перегній, а також ґрунтові колоїди, що мають органічне, мінеральне або органо-мінеральне походження.

Рідку фазу ґрунту (ґрунтовий розчин, 25...30 %) становить вода з розчиненими в ній органічними й мінеральними сполуками, а також газами. Газова фаза ґрунту (15...25 %) називається «ґрунтовим повітрям» і включає газу, що заповнюють вільні від води пори, а також газу, адсорбовані колоїдними частками й розчинені в ґрунтовому розчині.

Шарувата структура ґрунту виникає в результаті взаємних переміщень у ній продуктів органічного й неорганічного походження. Ґрунт складається з декількох горизонтів (шарів з однаковими ознаками), що виникають у результаті складної взаємодії материнських гірських порід (підґрунтя), клімату, рослинних і тваринних організмів (особливо бактерій), рельєфу місцевості. Якщо закласти ґрунтовий розріз із вертикальною передньою стінкою, то на ній стане чітко видна послідовність генетичних обріїв, (рис. 7.2) з їх властивостями.

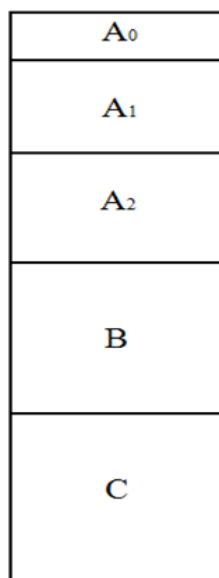


Рис. 7.2 Профіль ґрунту:

A_0 - підстилка або дернина; A_1 – гумусовий горизонт; A_2 – горизонт вимивання (підзолистий); В - горизонт вимивання (ілювіальний); С – материнська порода;

1. Верхній перегнійно-аккумулятивний горизонт (А), у якому накопичується і перетворюється органічна речовина, з якого промивними водами частина сполук виноситься вниз.

2. Ілювіальний горизонт (В), де осідають і перетворюються вимиті зверху речовини.

3. Материнську породу, або горизонт (С), матеріал якої в результаті процесів фізичного, хімічного, біологічного вивітрювання перетворюється в ґрунт.

У межах кожного горизонт виділяють більш дрібні шари, що також сильно різняться за властивостями. Якщо границі між горизонтами нечіткі, то можуть відзначатися перехідні горизонти.

Система генетичних горизонтів, що послідовно замінює один одного по вертикалі, утворює ґрунтовий профіль. По будові ґрунтовий профіль може бути простим і складним, відрізнятися набором диференційованих і недиференційованих генетичних горизонтів. По складу горизонти бувають органогенні, гумусні, карбонатні, залозисті та інші; по властивостях – кислі, нейтральні, лужні, насичені, вилужені, ненасичені та інші. Комбінація цих ознак визначає загальний зовнішній вигляд ґрунтового профілю й відмінності між генетичними горизонтами.

До зовнішніх морфологічних ознак відносяться будова, потужність профілю й окремих горизонтів, фарбування, гранулометричний склад, структура, доовнення, новутворення, включення.

Потужність ґрунтового профілю – загальна довжина всіх горизонтів до материнської породи. У різних ґрунтів вона коливається від 40...50 см до 2,5 м (у чорноземів). Потужність ґрунтового горизонту – довжина від

верхньої до нижньої границі. Наприклад, $A_0 = 0 - 5$ см, $A_1 = 5 - 25$ см і т.д., тобто видна як потужність, так і глибина розташування горизонтів.

Структура ґрунту – це ті окремі складові (грудочки, агрегати), на які вона мимовільно розпадається в стані оптимальної вологості. Розмір, форма, такі внутрішні властивості цих грудок, як механічна міцність і водопроникність, багато в чому визначаються кількістю і якістю органічної речовини в ґрунтах. Під водопроникністю розуміють здатність ґрунтових агрегатів протистояти дії, що розмиває, води. Цілинні ґрунти містять більше водостійких агрегатів, чим раніше розорені.

Ґрунт вважається структурним, якщо грудкувато-зернисті водостійкі агрегати, розміром від 10 до 25 мм, складають більш 55 %. При цьому для ґрунтів північних районів кращими є агрегати більших розмірів, тому що вони добре забезпечують водо- і повітропроникність ґрунту. У центрально-чорноземній зоні оптимальний розмір агрегатів 1 – 5 мм.

Значення структури в родючості ґрунтів досить суттєво. У структурному ґрунті, через великі пори, відбувається швидке й повне усмоктування опадів, завдяки чому створюються запаси вологи й зменшується поверхневий стік і водна ерозія ґрунту. У цих ґрунтах краще повітряний режим, вони не запливають після дощу й не утворюють кірку, їх легше обробляти, тут менше небезпека вітрової ерозії. Кількість і міцність ґрунтових агрегатів постійно змінюється. Частина їх руйнується через невірну обробку, переущільнення, під впливом хімічних процесів і ін.

Класифікація механічних елементів ґрунту наведена у табл. 7.1.

Таблиця 7.1 Класифікація механічних елементів ґрунту

Фракції	Діаметр частинок, мм
1	2
Камін	>3

1	2
Гравій	1...3
Пісок:	
Дрібний	0.05...0.25
Середній	0,25...0.5
Великий	0.5...1
Пил	
Дрібний	0.005...0.01
Великий	0.01...0.05
Мул	
Тонкий	0.0005...0.001
Грубий	0.001...0.005
Колоїди	0.0001...0.0005

Гранулометричний склад. Тверда фаза ґрунту (кістяк, основа ґрунту) складається із часток різної форми й розмірів, які різняться по мінералогічному й хімічному складу й називаються механічними елементами. За Н.А. Качинським – це відособлені шматочки, шматки (осколки) порід і мінералів, аморфних сполук. По походженню вони діляться на мінеральні (95...98 %), органічні й органо-мінеральні. Елементарні частинки, близькі по властивостях і розмірам, поєднуються в групи, фракції, на основі чого проводиться класифікація механічних елементів (табл.7.1).

Частинки розміром більше 1 мм називають ґрунтовим кістяком або кам'янисті включення, менші 1 мм – дрібнозем.

Суму всіх частинок розміром менші 0,01 мм називають фізичною глиною, а більше 0,01 мм – фізичним піском. Суму всіх частинок розміром менші 0,001 мм називають мулистою або тонкодисперсною фракцією.

Породи й ґрунту будуть мати різні властивості, що залежать від співвідношень між тими або іншими фракціями механічних елементів.

Гранулометричним (або механічним) складом називається відносний вміст у ґрунті або породі фракцій механічних елементів.

Класифікація по гранулометричному складу проводиться об'єднанням порід і ґрунтів у кілька груп з характерними для них фізичними й хімічними властивостями.

В основу класифікації ґрунтів за гранулометричним складом закладено вміст фізичної глини і фізичного піску (табл. 7.2).

**Табл. 7.2. Класифікація ґрунтів за механічним складом
(за Н.А. Качинським)**

Коротка назва ґрунту за механічним складом	Вміст фізичної глини (частки > 0.01 мм), %	Вміст фізичного піску (частки < 0.01 мм). %
Пісок пухкий	0...5	100...95
Пісок зв'язний	5...10	95...90
Супесь	10...20	90...80
Суглинок легкий	20...30	80...70
Суглинок середній	30...45	70...55
Суглинок важкий	46...60	55...40
Глина легка	35	40...25
Глина середня	60...75	25...15
Глина важка	75...85	15

Ідеальний ґрунт повинен містити приблизно рівні кількості глини й піску із частками проміжних розмірів. У цьому випадку утворюється пориста, мінка структура, і ґрунт називається суглинками.

Гранулометричний склад ґрунтів має велике значення. Від нього залежать усі властивості й режими: водний, тепловий, повітряний, живильний; усі фізичні й фізико-механічні властивості. Піщані й супіщані ґрунти добре водопроникні, мають сприятливий тепловий і повітряний режими, легко обробляються, але безструктурні, бідні гумусом і зольними елементами, мають низьку поглинальну здатність і буферність, погано втримують воду. Глинисті ґрунти, навпаки, повільно прогриваються, високо вологоємні, тому аерації недостатньо, важкі при обробці, але багаті

поживними елементами, мають високу поглинаючу властивість і буферність.

Класифікація ґрунтів

Зі зміною географічного положення території суттєво міняється клімат і рослинність. Це приводить до розвитку різноманітних по характеру ґрунтоутворювальних процесів, наслідком яких є утворення груп ґрунтів, що володіють специфічними ознаками.

Для більш детального вивчення ґрунтів, підвищення їх родючості й ефективного використання всі ґрунти класифіковані, тобто об'єднані в групи по походженню, властивостях і рівню родючості. У цей час прийняті наступні класифікаційні одиниці: тип, підтип, рід, вид і різновид.

Під типом мають на увазі групу ґрунтів, що сформувалися в однакових природних умовах, що володіють подібними властивостями й рівнем родючості. Прикладом типу можуть служити дерново-підзолисті ґрунти, чорноземи, солонці, каштанові ґрунти тощо

Підтипи – виділяють у межах типу. Наприклад, чорноземи можуть поділятися на опідзолені, вилужені, типові та інші.

Пологи ґрунту характеризують склад ґрунтоутворюючих порід, хімізм ґрунтових вод тощо (наприклад, чорнозем, вилужений на легких породах, чорнозем південний солонцювато-солончаковий).

Види ґрунтів виділяють у межах роду, залежно від ступеня розвитку ґрунтоутворюючого процесу – ступеня підзолистості, глибини гумусованості (наприклад, чорнозем потужний, гладкий).

Різновид – характеризує механічний склад верхньої частини профілю ґрунту (супіщана, важко суглинистий ґрунт).

Органічна речовина ґрунтів

Органічна речовина ґрунтів – це сукупність живої біомаси (едафон), органічних залишків рослин, мікроорганізмів і тварин різного ступеня розкладу, продуктів їх метаболізму й гумусу. Наземні й внутрішні ґрунтови

організми після свого відмирання у вигляді безжиттєвої органічної речовини надходять у ґрунт. У результаті мікробіологічних і частково хімічних і фізико-хімічних процесів ця речовина зазнає складні біохімічні перетворення.

Органічні сполуки, що надходять у ґрунт у складі залишків рослинних і тваринних організмів, або руйнуються до простих неорганічних сполук (вуглекислий газ, вода тощо), або перетворюються в нові органічні сполуки. Комплекс новостворених специфічних ґрунтових органічних сполук одержав назву ґрунтового перегною, або гумусу. Таким чином, гумус – сукупність усіх органічних сполук, що перебувають у ґрунті, але які не входять до складу живих організмів або утворень, що зберігають анатомічну будову, та не беруть участь у побудові тканин рослинних і тваринних залишків. До складу гумусу входять гумінові речовини, до яких належать гумінові кислоти, гумусові кислоти, гіматомеланові кислоти, фульвокислоти, гумін, різного роду індивідуальні органічні сполуки біологічного походження, а також техногенні органічні сполуки, що попадають у ґрунт при внесенні добрив, пестицидів, обробці ґрунту і її техногенним забрудненні.

Гумус у різних типах ґрунтів неоднаковий, і його характер визначається рядом умов і факторів, серед яких основна роль належить життєдіяльності мікроорганізмів – бактерій, актиноміцетів і грибів. Важливе значення має склад рослинних залишків ґрунту, а також режим кисню, що визначає аеробне або анаеробне середовище перетворення рослинних залишків. Крім того, велике значення для процесу перетворення рослинних залишків у ґрунті мають ступінь вологості, температурні умови, механічний і мінеральний склад ґрунту.

Гумус є найбільш характерною й істотною частиною ґрунту, з яким в основному пов'язана родючість. У гумусі зберігаються основні елементи живлення рослин, у першу чергу азот, сірка, фосфор, калій, а також

мікроелементи (кобальт, молібден, мідь і ін.). Ці елементи звільняються в результаті діяльності мікроорганізмів і стають доступними рослинам. Окремі компоненти гумусу беруть участь у процесі вивітрювання, переводячи в засвоювану рослинами форму нові порції зольних елементів. Гумус частково визначає поглинальну здатність ґрунтів. Гумус впливає на ряд морфологічних і фізичних властивостей ґрунтів (вологоємність, аерацію, теплові властивості), обумовлюючи їх колір і структуру.

Найважливішою властивістю ґрунту є її родючість – здатність забезпечувати рослини водою, елементами живлення й повітрям. Потужність гумусового шару й вміст гумусу в ґрунті є одним з найважливіших показників рівня родючості ґрунтів. У підзолистих ґрунтах північних районів України втримується 1...3 % гумусу, у більш родючих ґрунтах лісостепової зони 4...6 %. Найбільш багаті гумусом чорноземи (звичайні 7...8 %, гладкі 8...12 %).

Одним з головних ознак родючого ґрунту є наявність у ній гумусових речовин, які обумовлюють чорне, темно-сіре й сіре фарбування. Крім цих кольорів окисли заліза надають ґрунту червонуватий і бурий відтінок, закис заліза формує блакитно-зеленуваті тони; кремнезем, вуглекислий кальцій, каолінит обумовлюють біле й білясте фарбування. Ці ж тони формуються при наявності в ґрунті гіпсу й деяких легкорозчинних солей.

Зменшення вмісту гумусових речовин у ґрунті приводить до дегуміфікації. Цей процес обумовлений різкою зміною балансу ґрунтів по органічній речовині при освоєнні цілинних земель, або при тривалій оранці ґрунтів без застосування органічних добрив, або без посіву багаторічних трав. Погіршуються фізичні властивості, структура, водопроникність ґрунтів, що сприяє посиленню процесів ерозії, особливо небезпечної для орних земель. Ерозія підсилює процес дегуміфікації. Різко скорочується вміст у ґрунті найцінніших зернистих агрегатів розміром 1...5 мм.

Завдяки воді в ґрунті протікають багато біологічних, фізичних й хімічних процесів, відбувається транспортування речовин, відбувається розвиток рослин і мікроорганізмів. Ґрунтова волога є терморегулюючим чинником, у значній мірі визначаючим баланс тепла в ґрунті і її температурний режим, від її кількості залежать фізико-механічні властивості ґрунтів (структура, щільність твердої фази, пористість ґрунтів, пластичність, липкість, набрякання, усадка, зв'язність ґрунту, твердість тощо), а в остаточному підсумку – і їх родючість. Основне джерело води в ґрунті – атмосферні опади. Однак забезпеченість рослин водою залежить не тільки від кількості опадів, але й від водних властивостей самого ґрунту, від здатності ґрунту випаровувати, усмоктувати, піднімати по капілярах вологу, утримувати й віддавати її рослинам.

При однакових опадах різні ґрунти можуть містити різну кількість доступної для рослин вологи, що багато в чому залежить від їх гранулометричного й мінералогічного складу, структурного стану й гумусованості. У зв'язку із цим важливо знати не тільки загальні запаси води в ґрунті, але й стан, у яких вона може перебувати, її доступність рослинам, закони пересування води в ґрунтовому профілі, водопроникність, водні властивості ґрунтів (водоутримуюча й водопідйомна здатність) і їх водні режими.

Вода в ґрунті (рідка фаза ґрунту) – природні води, що включають плівкову (фізично слабо зв'язану, адсорбовану), капілярну (порову) і гравітаційну воду. Цей розподіл умовний, різких границь між зазначеними формами води в ґрунті немає. Вода в ґрунті може перебувати у вільному стані й зв'язаному стані. У вільному стані в просторі між частками ґрунту вона підкоряється силам земного притягання (гравітації) або частково втримується в капілярах порід менісковими силами.

Рослини легко засвоюють гравітаційну воду, коли вона перебуває в зоні кореневої системи (тому важливий полив ґрунту). Рослини легко

поглинають капілярну воду, що відіграє найбільшу роль у регулярнім постачанні їх водою.

У зв'язаному стані вода в ґрунтах може бути або в плівковому, або в адсорбованому виді, утримуючись між зернами порід адсорбційними силами. Відомі дві форми зв'язаної води: фізична й хімічна. Хімічно зв'язана вода – це кристалізаційна вода. Вона міцно пов'язана із кристалами. Фізично зв'язана вода може бути як щільнозв'язаною (гігроскопічною) так і пухкозв'язаною (плівчастою).

Щільнозв'язана вода втримується фізичними законами – утримується частинками ґрунту під дуже великим тиском, тому нерухома, дуже ущільнена. Вона зовсім недоступна рослинам. Пухкозв'язана вода обволікає частки породи та утворює полімолекулярну плівку навколо ґрунтових частинок. Вона являє собою додаткову водну плівку, розташовану навколо щільно зв'язаної води. Вона має підвищену в'язкість, може дуже повільно пересуватися по поверхні часток породи, як рідина. На цю воду не впливає гравітація, і замерзає вона не при 0 °С, а при –1,5 °С. Вивільняється при температурі 105...110 °С і фізіологічно практично недоступна рослинам. Її кількість залежить від вмісту в ґрунті колоїдних часток. У глинистих ґрунтах її втримується близько 15 %, у піщаних – близько 5 % від маси ґрунту. Вона утворює так званий «мертвий запас» води. До ґрунтового розчину можна умовно віднести капілярну воду, яка займає меж- і усередині агрегатні капіляри, і гравітаційну воду, з якої зв'язано переміщення хімічних речовин по ґрунтовому профілю. Для рослин дуже важливо, наскільки добре втримує ґрунт отриману вологу й віддає її корінням. Найбільша кількість води, яка може бути утримане ґрунтом, називається загальної (або повної) вологемністю ґрунту. Вона залежить від механічного складу ґрунту, вмісту в ній гумусу й від загальної пористості.

Під водопроникністю розуміють здатність ґрунту вбирати і пропускати воду, яка надходить з поверхні. При поганій водопроникності (на важких ґрунтах) вода опадів стікає по поверхні ґрунту. У той же час при дуже високій водопроникності, яку, наприклад, має піщаний ґрунт, опади занадто швидко проникають через ґрунт і не використовуються рослинами.

Властивість ґрунту піднімати воду нагору називається водопідйомною здатністю. Найбільший цей показник у глинистих і суглинних ґрунтів.

7.3. Хімічний склад міських ґрунтів

Хімічний склад ґрунту є відображенням елементарного складу всіх геосфер, що брали участь у формуванні ґрунту. Тому до складу всякого ґрунту входять ті елементи, які поширені або зустрічаються як у літосфері, так і в гідро-, атмо- і біосфері.

Неорганічні речовини. Вісімнадцять хімічних елементів вважаються “важливими” для живих організмів. Перераховані 18 елементів, формують основи хімічного складу літосфери в цілому, у той же час входять у зольну частину рослинних і тваринних залишків, яка, у свою чергу, утворюється за рахунок елементів, розсіяних у масі ґрунту. Кількісний вміст у ґрунті цих елементів різний: на перше місце треба поставити O і Si, на друге — Al і Fe, на третє — Ca й Mg, а потім – K та всі інші. Вуглець (C), водень (H) і кисень (O) – це велика трійка, яка входить до складу вуглеводнів, синтезованих рослинами в процесі фотосинтезу, які потім трансформуються в організмі в інші органічні молекули. Тварини й люди є основними споживачами великої трійки: C, H, O.

Шість інших елементів, названих «мінеральними поживними речовинами», або просто поживними речовинами, засвоюються рослинами у відносно великих кількостях: азот (N), компонент усіх молекул

амінокислот, білків, нуклеїнових кислот і інших важливих компонентів клітини; фосфор (P), важливий елемент енергетики й метаболічних процесів; калій (K) – активує ферменти білкового синтезу, бере участь у генерації біоелектричних потенціалів і в процесах фотосинтезу; кальцій (Ca) входить до складу костей, зубів і стінки рослинної клітини; магній (Mg) - елемент молекули хлорофілу й активує енергетичний обмін і синтез ДНК; сірка (S) – бере участь у будівництві сірковмісних амінокислот, входить до складу вітаміну B₁ і деяких ферментів. Ці шість елементів (N, P, K, Ca, Mg, S) називаються макроелементами, тому що вони необхідні в надлишковій кількості й, разом з C, H, O, становлять 99 % живої тканини.

Дев'ять інших мінеральних поживних речовин необхідні для живих організмів у невеликих кількостях (грами або кілограми на гектар).

Це мікроелементи: натрій (Na); хлор (Cl); залізо (Fe); бор (B); марганець (Mn); цинк (Zn); мідь (Cu); кобальт (Co) і молібден (Mo) (рис. 7.3).

Майже всі міські ґрунти містять достатню кількість цих поживних речовин, хоча іноді хімічна речовина може бути в недоступній формі для рослин. Наприклад, при високім значенні рН, Fe, Mn, Cu, and Zn перебувають у недоступній формі для коріння рослин.

Теплі сухі ґрунти часто містять Ca, Na, K і N у достатніх кількостях для росту рослин, у той час як холодні сирі ґрунти містять у доступній формі тільки Mg і Al. У піщаних ґрунтах утримується більше N, у той час як вапнякові ґрунти багаті Ca і Mg. І навпаки, шість макроелементів, особливо N і P, часто перебувають у ґрунті в недостатній кількості. Наприклад, N, P, K, і Mg часто знаходяться в ґрунті в незначних кількостях для гарного росту вуличної рослинності.

Усі поживні речовини засвоюються коріннями рослин із ґрунту у вигляді іонів водних розчинів ґрунтів. Найпоширеніші ґрунтові іони мікроелементів – це іони азоту (NH₄⁺, NO₂⁻ і NO₃⁻); фосфору (H₂PO₄⁻);

калію (K^+); кальцію (Ca^{2+}); магнію (Mg^{2+}); натрію (Na^+); і сірки (SO_4^{2-} і S_2).

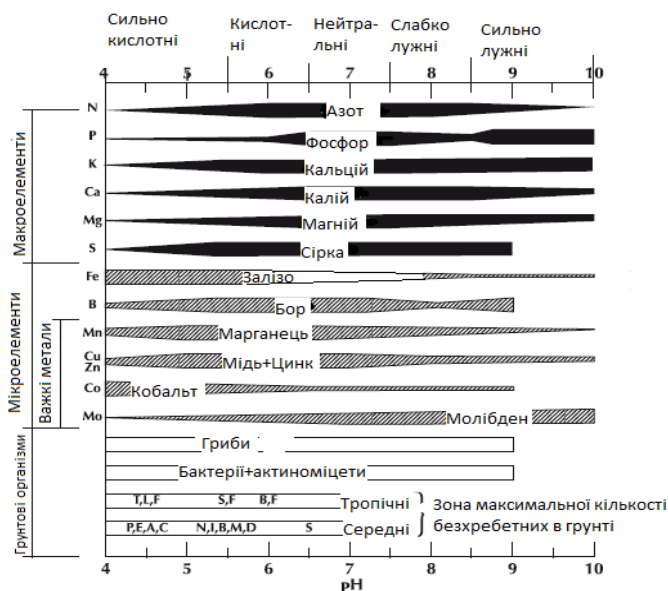


Рис. 7.3 Хімічні речовини ґрунту та організми залежно від pH ґрунту

Ширина смуги означає відносну кількість поживних речовин, доступних для поглинання коріннями рослин (верхня й середня частини), або відносну чисельність ґрунтових організмів (нижня частина). T = терміти; L = дощові черв'яки лісового опаду; S = ґрунтові дощові черв'яки F = мурахи (Formicidae); B = жуки; P = найпростіші; E = Enchytrid черв'яки; A = кліщі (Acarina); C = ногохвісточки (колемболи); N = нематоди; I = ізоподи; M = багатоніжки / багатоніжки; D = личинки мух (Diptera). Засновані головним чином на Craul (1992), Lavelle in. (1995), Lambers і інші (1998), Edwards (2004), Schulze і in. (2005).

Важкі метали. Термін важкі метали звичайно застосовується до хімічного ряду 12 “важких” елементів: марганець (Mn), цинк (Zn), мідь (Zn), кобальт (Co), алюміній (Al), миш'як (As), кадмій (Cd), хром (Cr), ртуть (Hg), нікель (Ni) і свинець (Pb). Перші п'ять перерахованих важких металів це необхідні для росту рослин мікроелементи (Co, Zn, Mn, Mo, Zn), але інші сім не є необхідними. Джерелом важких металів у ґрунті є гірські породи з яких формуються ґрунти, але їх концентрація в ґрунті

збільшується в результаті викидів промисловості, транспортування матеріалів і інших антропогенних процесів. Свинець виявляється в ґрунті біля будинків, пофарбованих свинцевою фарбою й біля доріг з інтенсивним рухом транспорту. Усі важкі метали є постійними компонентами ґрунту, тобто, це дуже стійкі до вимивання атмосферними опадами елементи. Якщо важкі метали знаходяться у вигляді нерозчинних солей або входять до складу макрочасток ґрунту, то вони не доступні для усмоктування коріннями рослин. Але, коли вони перебувають у ґрунті у вигляді розчинів солей, високі концентрації важких металів стають токсичними для організмів і наносить їм шкоду. Для елементів Co, Cu, Zn, розчинність (і токсичність), збільшує зі зменшенням рН ґрунту [кислі ґрунти, звичайно, характеризуються низьким вмістом органічних речовин, низьким вмістом глини й низькою родючістю (наприклад, здатність обміну катіонами)]. Молібден стає більш доступний для рослин при високому значенні рН. Малі концентрації важких металів не шкодять рослинам, які поглинають ці елементи (наприклад, Cr, Ni). Деякі важкі метали, такі як Cd, Cu, Zn, біоаккумуляуються в харчових ланцюжках, їх концентрація збільшується від одного організму до іншого, і стає токсичною для останнього представника.

У ґрунтах присутні також інші забруднюючі речовини, такі як азбест, особливо в місцях зносу старих будівель, які не являються життєво необхідними для рослинності.

Реагенти проти ожеледиці. Сіль технічна (NaCl) є найдешевшим і ефективним засобом для боротьби з ожеледицю, яка використовується в країнах з холодним кліматом на дорогах, автостоянках і тротуарах. Дані реагенти використовуються на проїзних частинах доріг, а також – на тротуарах. Однак, протиожеледні реагенти, як і всі хімічні реагенти, вимагають обережності при їхньому використанні. Наприклад, якщо застосовувати їх без врахування кліматичних особливостей регіону, а

також у великих – не відповідних нормі – кількостях, то результат може виявитися несподіваним.

Прикладом вищесказаного може служити сіль технічна і її надлишкове використання. Приблизно 20-60% використаної солі на німецьких дорогах, розносилося потоком повітря й осідало на відстані 2 - 40 м від дороги, іноді й далі. Сіль (хлористий натрій) розчиняється ґрунтовою водою й утворює іони Na і Cl, які поглинаються коріннями рослин або вимиваються в нижні шари ґрунту й у ґрунтові води.

Використання NaCl у надлишкових кількостях приводить до підвищення рН ґрунту, у результаті чого концентрація деяких мінеральних компонентів, включаючи Fe, Mn, Cu, Zn і Co, зменшується (також N, P, Ca, Mg залежно від того, як високе значення рН). Високе значення рН приводить до зменшення доступності більшості важких металів і в такий спосіб зменшує їх потенційно токсичні ефекти. Вуличні дерева більш всього страждають від високих концентрацій NaCl. Більшість видів дерев на ґрунтах з підвищеним вмістом іонів Na і Cl погано ростуть або гинуть, хоча є дерева стійкі до забруднення NaCl. Морські аерозолі в повітрі приморських міст, що містять морську сіль, підсилюють цю проблему.

У цей час основною альтернативою застосування повареної солі є хлорид кальцію (CaCl_2). Хлористий кальцій і його аналоги вже проходили випробування в Італії, Франції, Швейцарії, Німеччині й США. «Ризикнула» його використовувати одна тільки Швейцарія, у якій морозів не буває. А в Норвегії й Швеції взагалі не користуються ніякою хімією. Просто забирають замети снігоприбиральною технікою. У Фінляндії ж користуються рецептом часів царської Росії: солоною мармуровою крихтою. Хлористий кальцій викликає менші зміни хімічних і фізичних властивостей ґрунту, ніж хлористий натрій.

Іншим засобом для боротьби з ожеледдю є хлорид калію (KCl), який забезпечує міські ґрунти калієм, але в теж час застосування його у високих

концентраціях приводить до процесу підлугування ґрунту. Ацетати магнію й кальцію (СМА), органічні солі, вивчаються як потенційні реагенти проти ожеледиці доріг.

Протиожеледні засоби та протиожеледні реагенти мають як свої плюси, так і мінуси. По своїй суті – назва «Антиожеледний реагент» свідчить про те, що речовина вступає в реакцію з навколишнім середовищем тобто крижаним покривом.

Подібний хімічний процес також залежить від ряду факторів, як зовнішніх – природно-температурних, так і хімічних. Реагенти вступають у реакції не тільки з обмерзлим дорожнім покриттям, але й з іншими продуктами, такими, як моторні масла, пари бензину, солярки, вихлопних газів, а також технічною сіллю, у великій кількості присутніх на дорожньому покритті, компонентами ґрунту. Поварена сіль і сульфати магнію, реагуючи з водою, викликають розширення тріщин дорожнього покриття та подальше розтріскування бетонних конструкцій і руйнування.

Органічні речовини Поряд з органічною речовиною природного походження в міських ґрунтах зустрічаються в значних кількостях *пестициди*. Пестициди широко використовуються на території міста. Їх дія спрямована на певні групи організмів: гербіциди проти бур'янів; фунгіциди для боротьби із захворюваннями рослин; інсектициди для боротьби зі шкідливими комахами й інші менш використовувані пестициди включаючи родентициди (проти гризунів), нематоциди (проти нематод) і акарициди (проти кліщів).

Пестициди мають здатність тривалого зберігання в навколишньому середовищі - від декількох днів до років (рис. 7.4). Стійкість пестицидів порівнюють із стійкістю радіоактивних ізотопів й оцінюють також по періоду напіврозпаду – час, за який концентрація пестицидів зменшується в 2 рази. Самими стійкими є хлорорганічні пестициди.

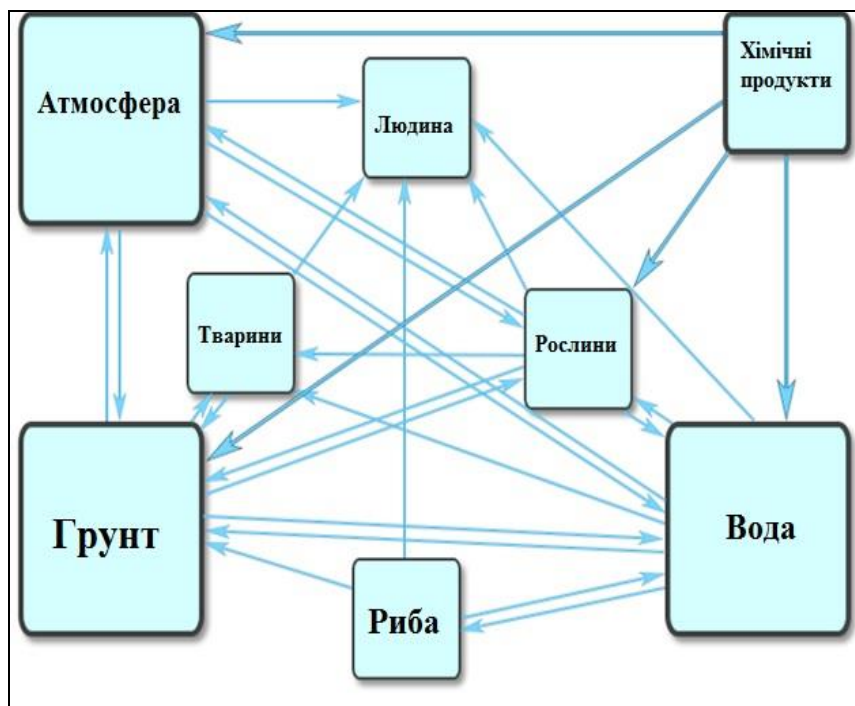


Рис. 7.4. Циркуляція хімічних пестицидів у навколишньому середовищі

Крім того вони діють не тільки проти цільових організмів, але й убивають багато корисних нецільових мікроорганізмів і інших ґрунтових організмів. У деяких випадках продукти розпаду пестицидів більш токсичні, чім сам пестицид. Пестициди мають здатність накопичуватися в організмі й деяких системах і тканинах, досягаючи значних концентрацій. Пестициди надовго затримуються в організмі, деякі залишаються в ньому назавжди.

Відомо, що пестициди широко використовуються в сільському господарстві, однак близько чверті їх використання в США припадає на місто. Багато пестицидів використовується в закритих приміщеннях для боротьби проти тарганів і термітів, однак значна їхня кількість використовується на відкритім повітрі проти різних шкідників газонів і декоративних рослин. У теплом вологому кліматі, інсектициди широко використовуються в боротьбі проти комарів, мошок і мух і тощо.

Багато пестицидів, які використовують в місті, накопичуються в ґрунті. Забруднення ґрунту може відбуватися як безпосередньо в

результаті прямого внесення в ґрунт, так і через рослини, тварин, і з води. Після застосування пестициди можуть: попадати в повітря; адсорбують на часточках ґрунту; вимиватися в нижні шари ґрунту або підземні води; розкладатися ґрунтовими мікроорганізмами в результаті хімічних процесів; або адсорбуватися на поверхні рослин. У більшості випадках пестициди вбивають не тільки цільові організми, але й різні корисні родинні види.

Вуглеводні речовини міського ґрунту в основному є результатом використання й неповного згорання нафтопродуктів. Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАУ) входять до складу відпрацьованих газів автотранспортних засобів і викидів промисловості. Деякі дерева виділяють у повітря вуглеводні. ПАУ часто акумулюються уздовж узбіч доріг, поруч із ділянками асфальту й на щебені. Інтенсивний розвиток промисловості та ріст кількості одиниць транспорту призвели до росту концентрації ПАУ у верхніх об'єктах ґрунтів. Наприклад, у верхньому шарі ґрунту Ротамстедської дослідницької станції (Великобританія), де єдиним джерелом ПАУ могли бути тільки атмосферні опади, вміст ПАУ збільшився від 250-300 нг/г до 1700-1800 нг/г з 1850 по 1985 рік. З найбільшою швидкістю наростає вміст бензфлуорантену, флуорантену, пірену і 3, 4-бенз(а)пірену. Надходячи до ґрунту ПАУ можуть переміщатися по ґрунтовому профілю із ґрунтовим розчином, зв'язуватися із твердими фазами ґрунту й суспензіями ґрунтового розчину, трансформуватися в інші речовини. Можливий варіант нагромадження ПАУ пов'язаний з корисними копалинами, тобто, забрудненням ґрунту при розробці родовищ. Моноароматичні вуглеводні, такі як бензол і толуол входять до складу сирової нафти й різних нафтопродуктів. Із ґрунту ПАУ можуть переміщатися в рослини, воду й повітря. При проведенні досліджень було з'ясовано, що багато ґрунтових мікроорганізмів (сапрофіти, кишкова паличка, гриби, актиноміцети) виявилися

високочутливими до дії ПАУ, змінює мікробіоценози й впливає на біологічну продуктивність ґрунту.

Інші органічні речовини зустрічаються в ґрунтах міських територій в наслідок забруднення викидами промисловості й транспорту. Поліхлорбіфеноли (ПХБ), метилтретбутиловий ефір (МТБЕ, добавка до бензину, легко забруднює ґрунтові води), жирні кислоти й спирти – невелика частина органічних речовин, які являються забруднювачами навколишнього середовища. Інші є результатом аварійних розливів нафтопродуктів або цілеспрямованих скидів, і як правило, впливають на навколишнє середовище.

Ґрунтове повітря – це суміш газів і летучих органічних сполук, що заповнює пори ґрунту, вільні від води. Головним джерелом ґрунтового повітря є атмосферне повітря й гази, що утворюються в самому ґрунті. Потрапляючи в ґрунт, атмосферне повітря змінюється. Тому склад ґрунтового повітря відрізняється від атмосферного повітря (табл. 7.3).

Табл. 7.3. Склад атмосферного й ґрунтового повітря, %.

Повітря	O ₂	N	CO ₂	Інші гази
Атмосферне повітря	20,95	78,08	0,03	1
ґрунтове (верхні 15-30 см)	11-21	78-86	0,3-8,0	–

Склад атмосферного повітря досить постійний, і вміст його основних компонентів практично не змінюється. Ґрунтове повітря відрізняється значною динамічністю. Зміна складу ґрунтового повітря відбувається внаслідок процесів життєдіяльності організмів, дихання коріння рослин і ґрунтової фауни, у результаті окиснення органічної речовини.

Для міських ґрунтів характерна присутність у значних кількостях інших ґрунтових газів антропогенного походження. Витоки метану (CH_4) з магістральних газопроводів системи газопостачання будинків, а також з тисячі кілометр малих газових розподільних труб, сильно сповільнюють ріст коренів багатьох рослин, мікроорганізмів і ґрунтових тварин. Підвищений вміст метану й CO_2 є результатом анаеробного розкладання органічних речовин великих, а також численних маленьких смітників навколо міста. У деяких міських районах метан анаеробного розкладання органічних відходів міста використовується як джерела енергії. Широко відомо, що в результаті анаеробного розкладання різноманітних органічних компонентів твердого побутового сміття утворюються й інші гази, у тому числі чадний газ (CO), сірководень (H_2S), ціаністий водень (HCN), аміак (NH_3), етан, етилен, і пропілен. Токсичні для багатьох організмів, ці гази створюють різноманітні й серйозної екологічні наслідки.

Радон (продукт радіоактивного розпаду урану) утворюється в деяких гірських породах і покладах, і виділяється в ґрунт у вигляді радіоактивного газу. На глибині близько 2 м концентрація радону досягає приблизно постійного максимального значення. Хоча цей газ має період напіврозпаду кілька днів, вдихання його викликає рак легенів людини, і, безсумнівно, вбиває або пригнічує ріст ґрунтових тварин і інших організмів.

Висока концентрація майже будь-якої хімічної речовини в ґрунті є токсичною для організмів. Різні види – мікроорганізми, ґрунтові безхребетні, комахи, дикі тварини, люди, рослини піддаються впливу цих речовин.

Широко розповсюджені речовини ґрунту міських територій, які небезпечні для здоров'я людей, це:

(1) миш'як, кадмій, свинець, цинк, нікель і мідь;

(2) хлорвмісні хімічні речовини (наприклад, ДДТ, і летучі хлорвмісні вуглеводні);

(3) радіоактивні (наприклад, радон, радіонукліди).

Інші потенційно небезпечні речовини, які зустрічаються на окремих міських територіях, включають: (а) хром, кобальт, уран; (б) ціаніди; (с) ароматичні сполуки (наприклад, бензол, толуол, нафталін); і (г) феноли. Багато ще інших речовин можна додати до цього списку.

Будівельне сміття і артефакти ґрунту Підземні міські споруди будуються з матеріалів стійких до навантаження, дії води й хімічної корозії, пов'язаної з кислим середовищем, водою й анаеробними умовами. Перелік будівельних матеріалів підземних споруд великий, але камінь і метали є переважаючими. Корозія їх поверхні сприяє надходженню різних хімічних речовин у ґрунт і стимулює або інгібує ріст ґрунтових мікроорганізмів, тварин і рослин.

До забруднення міського ґрунту відносяться неорганічні матеріали, такі як папір, картон, одяг, шкіра та інші, які розкладаються досить швидко в ґрунті. Хімічні речовини потрапляють у міські ґрунти від транспортних засобів і інших джерел. Хоча, відходи гірничодобувної промисловості займають значні площі деяких міст, таких як Донецькі, Запоріжжя (Україна), Йоганнесбург і різні міста Пенсільванії (США), це забруднення не є характерним міським явищем.

Можна виділити наступні категорії антропогенних артефактів у ґрунті:

1. Щебінь й цемент: цегельна кладка, цементний розчин, цегла, шматки бетону, залізо арматурних стрижнів.

2. Інші будівельні матеріали: пиломатеріали, цвяхи, матеріали даху (шифер, черепиця), труби (з Fe, Pb, Cu, Al), залізні й сталеві структурні опори.

3. Дорожнє й залізничне сміття: шматки асфальту й бетону, різноманітних металокопункцій тощо.

4. Промислові відходи: грубна зола, окалина, шлаки.

5. Побутове сміття: об'єкти довгострокового використання людиною, таки як металеві банки, кераміка, різні пластикові предмети й скло (самі стійкі артефакти). Артефакт (лат.*artefactum* від *arte* – штучно + *factus* – зроблений) у звичайнім розумінні – будь-який штучно створений об'єкт, продукт людської діяльності.

Різні артефакти зосереджені в насипних грунтах, і мають такий склад як склад побутових відходів. Наприклад, грунт навколо декількох житлових будівель родин військовослужбовців у Нью-Гемпшире (США), містив в своєму складі наступні антропогенні об'єкти:

1. Корпус експлуатується близько 40 років (1950 – 90 роки). Верхній шар ґрунту (глибиною до 18 см): шматки пластику, дрiт, папір, цегла, колготки, ярлики з одягу. Шар ґрунту глибиною від 18 до 60 см: деревина, нігті, гончарні вироби, цегла, тканина, сигаретні фільтри.

2. Корпус експлуатується близько 20 років (1970 - 90-х роки): верхній шар ґрунту: іграшковий автомобіль, бита кераміка. Нижній шар: пінополістирол, поліетиленова плівка, папір.

Хімічне забруднення міських ґрунтів, пов'язане з артефактами, може бути різним. Матеріали на основі цементу виділяють в ґрунт іони Са, СО₃, Mg і важкі метали, корозія заліза забезпечує залізом у формі, доступної для організмів. Легко компостовані пластмаси часто виділяють при розкладанні хімічні речовини і гази, які токсичні для багатьох рослин і ґрунтових організмів.

Аналіз ґрунту декількох ділянок землі біля житлових будинків у Великобританії показали, що вони мали лужне рН (7.0) і дуже низьку концентрацію загального азоту (0,6%).

Концентрація таких хімічних елементів як кальцій, фосфор, калій і магній в урбанізованих ґрунтах, як правило, висока, що обумовлене тим, що ці речовини входять до складу глини, яку використовують у виробництві цегли. Хоча більшість будівельних матеріалів мають низьке рН, поширення високого значення рН у міських районах зв'язують із розмивання дощовою водою кам'яної кладки й бетонних конструкцій. Використання повареної солі NaCl у холодному кліматі, а також полив рослин водою багаті кальцієм у жаркому кліматі, як правило, приводить до підвищення рН ґрунту.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. *Дайте визначення ґрунтів*
2. *Дайте характеристику структури природних ґрунтів та її основних компонентів*
3. *Дайте характеристику природних хімічних елементів ґрунтів.*
4. *Які органічні речовини характерні для ґрунтів міста?*
5. *Які забруднюючі речовини зустрічаються в ґрунтах міста?*
6. *Що таке «артефакт» та наведіть приклади артефактів в ґрунтах міста*
7. *Виділіть категорії антропогенних артефактів у ґрунті міста.*
8. *Які гази у значній кількості присутні у ґрунтах міста?*
9. *Які вуглеводні речовини міського ґрунту є результатом використання й неповного згорання нафтопродуктів?*
- 10.3 *чим пов'язано збільшення концентрація в ґрунті міст важких металів?*

8. ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ МІСТА

Виділяють чотири основних джерела забруднюючих хімічних речовин у міських ґрунтах:

(1) мінерали геологічної оболонки (наприклад, діоксид кремнію $[\text{SiO}_2]$, карбонат кальцію $[\text{CaCO}_3]$);

(2) водяні потоки, особливо в період повені (наприклад, фосфати, нітрати);

(3) атмосфера (наприклад, пил, кислотні дощі);

(4) людина (наприклад, вуглеводні від транспортних засобів, пестициди, важкі метали із твердих відходів, амоній і фосфати з побутових стічних вод).

Деякі забруднювачі мають обмежену територію поширення, концентровані, короткострокові, і можуть впливати всі шари ґрунту. Інші речовини розподіляються дифузно на велику площу, мають низьку концентрацію, і, в основному, впливають на верхній шар ґрунту. Концентрація різних хімічних речовин з різних джерела в міських районах вражає й зникає таке забруднення дуже повільно. Деякі органічні хімічні речовини розкладаються мікроорганізмами протягом декількох днів, але більшість зберігаються в незміненому вигляді протягом багатьох років. Інші речовини, такі як нітрати і хлориди легко вимиваються дощовою водою і потрапляють ґрунтові води й поверхневі водні об'єкти. Видалення поверхневого забрудненого шару ґрунту й біоремедіація ґрунтів потребують великих матеріальних затрат. Таким чином, з кожним днем хімікати накопичуються в великих і малих містах, відбувається отруєння живих організмів и людини.

Закон збереження енергії говорить про те, що хімічні елементи не виникають із нізвідки, і не зникають у нікуди. Вони можуть

перетворюватися в ході хімічних реакцій у різні хімічні сполуки. Біогеохімічні цикли карбону, азоту, сірки, фосфору забезпечують живі організми основними живильними речовинами. Однак, високі концентрації важких металів у міських ґрунтах, можуть приводити до порушення основних циклів біогеохімічних речовин.

Для міської екосистеми, такої як лісопарк, характерно крім основних потоків хімічних елементів, велика кількість додаткових, потоків . Потоки, звичайно обумовлені вітром і водою, характерні для таких елементів як N, Ca або Zn, які попадають і в інші екосистеми. Таким чином, міські райони, мають високі темпи осадження хімічних речовин з повітря, інтенсивний вітровий рух повітряних мас між будинками і іншими спорудами, великі площі штучних покриттів і розвинуту систему труб інженерної системи, інтенсивний транспортний рух і велику кількість людей. Потоки різних хімічних речовин більш інтенсивно проходять у міських ґрунтах і екосистемах.

8.1. Класифікація забруднення ґрунтів міста

Прийнято розрізняти природне та антропогенне забруднення ґрунту. Природне забруднення ґрунтів виникає в результаті природних процесів у біосфері, що відбуваються без участі людини хімічними речовинами, що надходять до ґрунту з атмосфери, літосфери або гідросфери, наприклад, у результаті вивітрювання гірських порід або з опадів у вигляді дощу або снігу, які вимивають забруднюючі речовини з атмосфери.

Найбільш небезпечно для природних екосистем і людини антропогенне забруднення ґрунту, особливо техногенного походження. Характерними забруднювачами є пестициди, добрива, важкі метали й інші речовини промислового походження.

На території міст ґрунти забруднюються речовинами антропогенного походження, яке поділяється на механічне, хімічне й біологічне.

Механічне забруднення полягає в засміченні ґрунтів великоуламковим матеріалом у вигляді будівельного сміття, битого скла, кераміки й інших щодо інертних відходів. Це впливає на механічні властивості ґрунтів.

Хімічне забруднення ґрунтів пов'язане із надходженням в них речовин, що змінюють природню концентрацію хімічних елементів до рівня, що перевищує норму, наслідком чого є зміна фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Цей вид їх забруднення є найпоширенішим, довгочасним і небезпечним.

Біологічне забруднення пов'язане із привнесенням у ґрунтове середовище й розмноженням у ньому небезпечних для людини організмів. Бактеріологічні, гельмінтологічні й ентомологічні показники стану ґрунтів міських територій визначають рівень їх епідеміологічної небезпеки (табл. 8.1). Види забруднення ґрунтів підлягають контролю, насамперед на території житлових і рекреаційних зон.

Табл. 8.1. Санітарно-гігієнічні показники придатності ґрунту ділянки під забудову населеного пункту

№ п/п	Показники (для шару ґрунту 0 - 20 см)	Одиниці виміру	Нормативи
1.	Хімічні токсичні речовини	мг/кг	не більше ГДК, ОДК
2.	Сумарний показник забруднення хімічними речовинами, для яких не встановлено ГДК	безрозмірна величина	до 16
3.	Кишкова паличка	клітин в 1 г ґрунті	1 - 9
4.	Ентерококи	- " -	1 - 9
5.	Патогенні ентеробактерії	- " -	відсутність
6.	Ентеровіруси	- " -	відсутність
7.	Яйця геогельмінтів	екземпляр в 1 кг ґрунту	життєздатних форм

Розглянемо більш детально процеси хімічного забруднення ґрунтів. На урбанізованих територіях забруднення ґрунтів звичайно відбувається в результаті викидів промислових підприємств, транспорту, підприємств теплоенергетики, витоків з каналізації й відстійників, впливу промислових і побутових відходів, а також у певній мері за рахунок використання добрив і пестицидів.

Базою для оцінки рівня забруднення ґрунтів є значення фонові концентрації розглянутої речовини в ґрунтах регіону. Звичайно такі підходи використовують при аналізі забруднення території важкими металами й іншими токсичними елементами.

Геохімічним фоном називають середній вміст хімічного елемента в ґрунтах за даними вивчення статистичних параметрів його розподілу. Геохімічний фон є регіональною або місцевою характеристикою ґрунтів і порід.

Ділянка території, у межах якого статистичні параметри розподілу хімічного елемента вірогідно відрізняються від геохімічного фону, називається *геохімічною аномалією*. Геохімічні аномалії, у межах яких вміст забруднюючих речовин досягає концентрацій, що виявляють несприятливий вплив на здоров'я людини, називають зонами забруднення.

Оцінка хімічного забруднення ґрунтів міських територій проводиться шляхом порівняння фактичного вмісту хімічних забруднювачів з гранично або орієнтовно-допустимими концентраціями (ГДК, ОДК) хімічних речовин у ґрунті. Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів як індикаторів несприятливого впливу на здоров'я населення проводиться за таким показником як коефіцієнт концентрації хімічної речовини (K_c), який визначається відношенням його реального вмісту в ґрунті (C) до фонового (C_{ϕ}):

$$K_c = \frac{c}{c_{\phi}}$$

і сумарний показник забруднення (Z_c). Сумарний показник забруднення дорівнює сумі коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів і розраховується за наступною формулою:

$$Z_c = \sum_i^n Z - (n - 1)$$

де n - число забруднюючих елементів.

Аналіз розподілу геохімічних показників, одержуваних у результаті апробування ґрунтів по регулярній мережі, дає просторову структуру забруднення житлової території і повітряного басейну з найбільшим ризиком для здоров'я населення (табл. 8.2).

Визначення хімічних речовин при оцінці рівня забруднення ґрунтів рекомендується проводити методом емісійного аналізу.

Табл. 8.2. Орієнтовна оцінна шкали небезпеки забруднення ґрунтів по сумарному показнику забруднення

Категорія забруднення ґрунтів	Величина (Z_c)	Зміни показників здоров'я населення на забруднених територіях
Припустима	Менш 16	Найбільш низький рівень захворюваності дітей і мінімальна частота випадків функціональних відхилень
Помірковано небезпечна	16-32	Збільшення загальної захворюваності
Небезпечна	32-128	Збільшення загальної захворюваності, числа дітей, що часто хворіють, дітей із хронічними захворюваннями, порушеннями функціонального стану серцево-судинної системи
Надзвичайно небезпечна	Більш 128	Збільшення захворюваності дитячого населення, порушення репродуктивної функції жінок (збільшення токсикозу вагітності, числа передчасних пологів, мертвонароджуваності, гіпотрофії немовлят)

Явище антропогенного солонцювання ґрунтів міста може бути викликане забрудненням речовинами, що містять водорозчинні солі натрію

(застосування антиожеледних реагентів), включаючи й побутові відходи. Процес солонцювання ґрунтів території міста або розвиток солонцевого процесу відбувається при кількості обмінного натрію більш 5% від ємності обміну. При цьому виникають несприятливі для рослин властивості солонцюватості: лужність, дисперсність колоїдів, дефіцит вологи, висока щільність, фізіологічна отруйність катіона натрію.

Зелені рослини також неоднаково реагують на солонцюватість ґрунтів. Однак особливо негативні наслідки від солонцювання доставляє содове засолення при зрошенні, а боротьба з ним переросла в проблему світового масштабу. Небезпека вилуговування й содового засолення виникає при зрошенні чорноземів степової зони України, де в складі ґрунтоутворюючих порід переважають засолені лесовидні породи, що часто містять невеликі кількості соди та тією чи іншою мірою осолонцювані. Нерідко глибинна солонцюватість і присутність соди виявляються в межах ґрунтового профілю. Вміст у поливальній воді залишкового бікарбонату натрію (двовуглекислої соди) визначається за формулою Ітона:

$$\text{NaHCO}_3 = (\text{HCO}_3) - (\text{Ca} + \text{Mg}) \text{ мг-екв./л.}$$

Води з вмістом бікарбонату натрію менше 1,25 мг-екв./л придатні для поливу зелених насаджень міста, від 1,25 до 2,5 – умовно придатні, більш 2,5 мг-екв./л – не придатні для зрошення.

Застосування для зрошення лужної води, крім содового засолення, викликає вторинну солонцюватість ґрунтів. Крім того, вторинна солонцюватість ґрунтів одержує розвиток і при поглинанні ґрунтом талої води, що містить у своєму складі підвищену кількість катіону натрію за рахунок інтенсивного використання протиожеледного реагенту – NaCl. Для визначення небезпеки осолонцювання ґрунтів поливною водою з несприятливим катіонним складом використовують формулу Ричардса:

$$\text{SAR} = \text{Na}^+ \frac{\sqrt{(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})}}{2}$$

де SAR — натрієве адсорбційне відношення; Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} — вміст катіонів, мг-екв/л.

Осолонцювання ґрунтів залежить не тільки від співвідношення катіонного складу поливній воді, але й від її мінералізації. При мінералізації води 1, 2, 3 г/л небезпека осолонцювання ґрунтів виникає відповідно при величинах SAR більш 10, 6, 4.

Класифікація джерел забруднення, пов'язане з площею розповсюдження забруднюючих речовин. Перша група включає в себе просторове і лінійне забруднення. Просторові джерела забруднення пов'язані з осіданням пилу різного походження та особливостями материнської породи ґрунтів. До лінійних джерел забруднення відноситься надходження забруднюючих речовин в ґрунт уздовж транспортних магістралей і труб міської *інженерної* мережі, а також в наслідок повеней в заплавах. Кожне джерело забруднення не обмежене певною територією, може охоплювати великі площі незалежно від типу землекористування. Друга група джерел забруднення пов'язана з певними об'єктами і має обмежену територію. Забруднення спостерігається в ґрунтах садівничого та сільськогосподарського призначення, або взагалі на ґрунтах покинутих промислових комплексів, несанкціонованих сміттязвалищах тощо.

8.2. Просторове забруднення міських ґрунтів

8.2.1. Материнська гірська порода

Одним з важливих джерел мікроелементів у ґрунтах є материнська порода, з якого походить ґрунт. Незважаючи на те, що міські ґрунти зазнали безліч антропогенних змін, склад породи і концентрація вихідного матеріалу відіграють важливу роль в забрудненні ґрунту. Крім того на

території міста спостерігаються процеси водної і вітрової ерозії гірських порід.

Метали, металоїди та інші мікроелементи сильно розрізняються за природним вмістом в різних геологічних матеріалах (табл. 3.1). Наприклад, базальт містить в значній концентрації у своєму складі важкі метали, такі як Co, Cr, Cu, Ni, V і в порівнянні з іншими гірськими породами, і з матеріалу яких утворюються ґрунти, називаються ґрунтоутворюючими, або материнськими породами. Переважна більшість ґрунтів нашої країни утворилася на пухких четвертинних відкладах, які сформувалися внаслідок процесів вивітрювання, перенесення й акумулювання продуктів руйнування гірських порід на поверхні материків протягом останніх 1–2 млн. років. Четвертинні відклади дуже різноманітні за походженням, складом, будовою і властивостями, тому вони є неоднаковим середовищем для оселення живих організмів і утворення ґрунтів. Ґрунтоутворюючі породи впливають на напрямок і швидкість процесу ґрунтоутворення, формування і рівень родючості ґрунтів, склад, властивості, водний, повітряний і тепловий режими, вміст елементів живлення тощо.

Вивітрювання, вилуговування, рН і внутрішня міграція елементів (у межах ґрунтового профілю) впливає на розподіл і рухливість хімічних елементів, які визнані як забруднюючі речовини, незалежно від того, чи вони були природними чи були додані людством. У більшості випадків, коли концентрації важких металів в досліджуваних ґрунтах була низька, вони мали низьку розчинність у водному розчині і рухливість, так що екологічні наслідки від їх присутності були незначні.

Встановлено, що локальне підвищення концентрацій важкого металу з ґрунтоутворюючої породи має вплив на все, що взаємодіє з цією породою – ґрунт, підземні води, рослинність і склад пилу.

8.2.2. Пил

Велика кількість пилу в основному пов'язана з промисловими викидами. В повітрі пил знаходиться у вигляді зважених часточок, розмір яких варіює. Часочки розміром менше 10 мм позначаються як тверді частинки, які людина може вдихнути і вони є найбільш небезпечними для здоров'я людини. Розмір часточок цементного пилу і золи перевищує це значення, але одночасно утворюються тверді часточки із загальним розміром менше 10 мм, такі як азбестовий пил і дим мазутних електростанцій. Слід мати на увазі, що чим менше розмір зважених часточок, тим вища концентрація забруднюючих речовин, яка пов'язана зі здатністю адсорбувати на своїй поверхні інші забруднювачі.

Пил інтенсивно проникає з вулиць в житлове приміщення, де відбувається накопичення пилу, особливо якщо вікна залишаються відкритими тривалий час протягом денного часу. Представляє інтерес зіставлення вмісту металів в садовому ґрунті і домашньому пилу. Такі дослідження були проведені в Англії і було встановлено, що вміст таких важких металів як Cd, Cu, Pb і Zn був більший у складі домашнього пилу, ніж у ґрунті саду біля будинку.

Утворення пилу на території міста спостерігається не тільки в посушливих і пустельних кліматичних умовах, але й у вологому кліматі. Наприклад, в місті Ганновер (Німеччина, 520 000) протягом 50 років спостерігали накопичення пилу на території міста, який утворив шар товщиною 5-8 см.

Значний шар пилу утворився в безпосередній близькості від заводу з переробки вугілля в Галле (Німеччина), який мав неефективне очисне обладнання повітря (рис. 8.2). Однією з важливих особливостей міста, на що часто вказує профілі ґрунту, це постійні осадження на поверхню ґрунту пилу різного походження та хімічного складу. Пил може легко проникати в



Рис. 8.1. Осадження пилу від заводу з переробки вугілля в Галле (Німеччина)

щілини між камінцями тротуару, бруківки, постійно поповнюючи його кількість у міських і промислових районах. Логічно чекати, що міські ґрунти мають більш високі рівні забруднення, ніж ґрунти сільської місцевості. Великі міста, такі як Нью-Йорк (США), страждають від декількох джерел забруднення, таких як промислові викиди, вплив дорожнього транспорту і відходи техногенного характеру. Була виявлена загальна тенденція зниження в зразках міського ґрунту концентрації таких металів як Cu , Ni і Pb зі збільшенням відстані від центру міста (Манхеттен) до окраїни міста. Забруднення повітря пилом пов'язане з викидами твердих часточок важкою промисловістю, а також спалюванням викопного палива.

Загалом, концентрація пилу в повітрі промислових зон, як правило, набагато вище, ніж у житлових і сільських районів. Зокрема, в районах, де

знаходяться заводами, які мають відносно низьку систему фільтрації пилу, різниця в кількості пилу між районами збільшується. Наприклад, кількість викидів пилових часточок варіювали між 360 і 500 мг/м³ в промислових районах декількох індійських міст, в той час як в житлових районах та сільській місцевості значення варіювали від 140 до 200 мг/м³. Щодо твердих часточок з розміром менше 10 мм і які можуть потрапляти до організму людини при диханні забрудненого повітря отримані наступні результати - 120-150 мг/м³ для промислових районів і 60-100 мг/м³ для житлових і сільських районів.

Промислові та гірничодобувні процеси впливають на кількісний і якісний склад забруднюючих речовин у верхніх шарах ґрунту. Мікроелементи ґрунту, як правило, присутні в невеликих кількостях та їх кількість не змінюється при відсутності промислового впливу. Наприклад, на території штатів Вайомінг і Айдахо (США) підвищена кількість пилу від видобутку вугілля і фосфатів призвело до збільшення селену в навколишньому середовищі.

Рівень забруднення ґрунтів в міському середовищі залежить, очевидно, від багатьох паралельних факторів. Процес осадження пилу з повітря, концентрація елементів материнської породи та тип землекористування, по всій видимості, визначають рівень забруднення, крім того, призводить до складної інтерпретації забруднення верхнього шару ґрунту. Так були детально досліджені забруднюючі речовини ґрунтів в таких європейських містах як місто Туріна (Італія, 1700000 жителів), яке має розвинути автомобільну та металургійну промисловості, Севілья (Іспанія, 700000 жителів) – виробництво добрив та будівництво, виготовлення гончарних виробів, суднобудування та переробка сільськогосподарської продукції та Люблін (столиця Словенії, 260000 жителів). Досліджувані міста мають інтенсивний транспортний рух, який пов'язаний з щоденною міграцією працівників з передмістя в місто. 800

зразків ґрунту з парків, берегів річок, садів й узбіччя дороги були досліджені (табл. 8.3). В цих містах міста спостерігають високі концентрації Pb і Zn, що пов'язано з інтенсивним автомобільним рухом - основним джерелом забруднення. Крім того, Cu, Pb, Zn є як типовими забруднювачами міських та індустріальних ґрунтів.

Промисловий пил є носієм багатьох небезпечних речовин, які протягом часу накопичуються в ґрунтах. Логічно чекати, що міські ґрунти через їх близькість до числа потенційних джерел забруднення покажуть більш

Табл. 8.3. Концентрація важких металів (мг кг⁻¹) в парках, на берегах річок, в декоративних садах й на узбіччі доріг трьох європейських міст (глибина 0-20 см)

Місто	Показник	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Любляна	Середнє	34	39	26	86	145
	Min – Max	10–186	14–135	14–45	10–387	56–581
Севілья	Середнє	34	53	29	118	101
	Min – Max	11–101	9–365	16–62	15–977	21–443
Торнтон	Середнє	172	89	187	156	173
	Min – Max	64–930	15–430	77–830	14–1,440	53–880

високі рівні забруднення, ніж сільські райони. Зниження концентрацій важких металів, наприклад, Cu, Ni і Pb були виявлені зі збільшенням відстані від центру міста (Манхеттен) до сільського району. У той час як в Манхеттені виміряні значення Pb верхнього шару ґрунту були більше 130 мг кг⁻¹, на відстані 50-60 км концентрація знизилася до 40 мг кг⁻¹, і на відстані 120-130 км - до 30 мг кг⁻¹.

8.3. Лінійне забруднення ґрунтів

8.3.1. Забруднення автотранспортом

У місті пил від джерел автомобільного руху, може відігравати значну роль незалежного статусу розвитку міста, тому що в центрі міста присутній інтенсивний рух. Отже, на поверхні ґрунту відбувається накопичення важких металів, підвищуючи забруднення ґрунтового шару. Миш'як спостерігається в деяких міських центрах в Бангладеші, мікроелементи показали підвищені рівні. Наприклад, в Дакка з населенням в 10 мільйонів, значення свинцю в ґрунтів уздовж доріг коливалася від 96 до 212 мг кг⁻¹ і цинку від 346 до 365 мг кг⁻¹.

Є багато джерел забруднення, пов'язані з рухом автомобілів. Автомобільні вихлопні гази які утворюються при спалюванні дизельного палива, містять бензол і поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). Кількість свинцю сильно скоротилося останнім часом в наслідок використання не етильованого бензину. З іншого боку, виникли нові можливі забруднюючі речовини в наслідок використання в наш час нових автомобільних технологій з використанням таких елементів як платина і родій. Обидва мікроелементи входять до складу каталітичних фільтрів промислових автомобілів. На німецьких автомагістралях було виявлено збільшення концентрації платини і родію в ґрунтах. Значення варіювалися від 10 до 69 мг кг⁻¹ для Pt і 1-20 мг кг⁻¹ для Rh. Фонові значення цих елементів в ґрунті дорівнювали тільки 5 мг Pt кг⁻¹ і 0,4 мг Rh кг⁻¹. Крім відпрацьованих газів автомобілів, повинні бути прийняті до уваги інші джерела забруднення, пов'язані з автотранспортом.

В європейських містах можна спостерігати різні наслідки забруднення автотранспортом. У цілому, концентрація важких металів зменшується із збільшенням відстані від автомобільних доріг, а також зі збільшенням глибини ґрунту.

Ця залежність показана в таблиці 8.4 для Cd, Pb і Zn. Підраховано, що близько 10% забруднюючого Pb осідає протягом перших 100 метрів. Проблема свинцевого забруднення придорожніх ґрунтів триває, незважаючи на зниження свинцю в бензині, Pb нерухомий і, отже, він залишиться в ґрунті протягом багатьох десятиліть (Торнтон, 1991).

Табл. 8.4. Діапазони концентрацій Cd, Pb і Zn в ґрунтах (мг кг⁻¹) в залежності від відстані від дороги, відібраних в різних містах: Балтімор, Вашингтон, Платт-Сіті і Цинциннаті, США

Дистанція (м)		Глибина ґрунту(см)		
		0-5	5-10	10-15
Кадмій	Близько 2,4	0.90–1.82	0.44–0.76	0.28–0.54
	Близько 4,9	0.40–1.51	0.38–0.70	0.26–0.61
	Близько 9,6	0.22–1.02	0.18–0.51	0.12–0.05
Свинець	Близько 2,4	150–522	20–460	11–416
	Близько 4,9	101–378	14–260	8–104
	Близько 9,6	55–164	10–108	6–69
Цинк	Близько 2,4	54–172	24–94	11–72
	Близько 4,9	60–110	16–48	10–42
	Близько 9,6	15–54	11–46	8–42

Важко точно оцінити відстань осідання пилу, так як деякі характеристики можуть вплинути на дисперсію забруднювачів, особливо швидкість руху транспортних засобів і наявність або відсутність придорожніх зелених насаджень. Можна очікувати, що дисперсія зростає із збільшенням середньої швидкості руху транспортних засобів, тому що більш висока швидкість вітру викликана швидко рухомими машинами, а особливо автобусами і вантажівками, які можуть далеко розносити тверді частинки. вітровими потоками Крім того, відсутність бар'єрів прискорює розсіювання пилу.

Забруднені райони, розташовані вздовж узбіччя доріг є дуже важливими у зв'язку з їх впливом на навколишнє середовище. Збирання сіна на корм для тварин або споживання ягоди є типовими проблемами, пов'язаними з сильно забрудненими придорожніми ґрунтами.

Розміщення у безпосередній близькості від доріг широкої дренажної системи поверхневого стоку виявилася кращим загальним засобом зменшення рівня забруднення ґрунтів. Це стандартний засіб для дорожніх стоків в більшості країн на автомагістралях з дуже високою інтенсивністю руху. Таким чином, навіть у сільській місцевості придорожні ґрунти, виступаючої в якості фільтруючого середовища, змінюють постійні шляхи проникнення стоків. Результат процесу утримання в ґрунті забруднюючих речовин є збільшення їх концентрації у верхньому шарі ґрунту і дорожньому насипі недалеко від дороги.

Матеріали, що використовуються для дорожнього будівництва викликають інтерес у зв'язку з підвищенням потенційного рівня забруднення. В двох французьких містах – Ла-Тест (20.000 жителів) і Ле-Ман (140.000 жителів) розглядалися дороги, тверде покриття яких містить тверді побутові відходи сміттєспалювального заводу. Обидві міські дороги інтенсивно використовується, перша – 30-40 вантажівок за день, друга – 12000 автомобілів за день та автобусний рух. Покриття доріг багат шарове та складається з верхнього бітумного шару (товщина 4-17 см), градуйованого матеріалу (товщина 8-15 см), золи сміттєспалювального підприємства (товщина 16-71 см) і природного піщаного ґрунту, нижче. Під впливом довгострокових процесів вивітрювання передбачається протікання важких металів, але потенціал вилуговування і, відповідно, забруднення базового піску буде відносно низькими. Тим не менш, слід зазначити, що Cu, Pb і Zn мають тенденцію просочуватися в нижні шари ґрунту в Ла-Тесті і деякі елементи в Ле-Мані, елементи Cu, Cr і Zn, теж протікають в основний шар піщаного ґрунту.

Ще один момент для розгляду є застосування на автомагістралях солей проти ожеледиці. Зазвичай вони складається з хлориду натрію або хлористого кальцію. Вони можуть бути змішані з мінеральними частинками, такими як пісок, гравій і зола. Загальні недоліки застосування солей проти ожеледиці:

- Заміна катіонів натрію, порушення обмінної здатності катіонів;
- Стимулювання важких потенційних десорбції металів, що призводить до підвищеної концентрації металу;
- Дисперсія ґрунтових колоїдів, що призводить до заповнення дрібними порами;
- Зміни осмотичного потенціалу, призводить до в'янення рослин;
- Пошкодження тканин рослин сольовим туманом;
- Вилущування розчинних хлоридів у ґрунтових водах або в поверхневих водних об'єктах;
- Корозія бетону, металу, асфальту

Міста розташовані в більш холодних кліматичних умовах, як правило, додатково посипаються солям. У столиці Росії, Москві, з 10500000 жителями, до 1993 року використовувалися суміші з піску і невеликої кількості солі. В даний час застосовується до 5 кг чистої солі (NaCl) на км² в зимовий час разом з невеликою кількістю піску і дрібного гравію. Кілька бульварів і доріг в центрі Москви були взяті і оцінені на вплив солей на прилеглі ґрунти і рослинність. Натрій був повільно вимитий з верхнього шару, а хлорид був швидко транспортований вниз. Восени концентрації токсичних іонів натрію і хлору спостерігалися на глибині 20-30 см. Навіть на глибині 100 см можна було виявити токсичні концентрації. Від помірної до високої засоленості спостерігали на глибині 1 м, що пригнічувало ріст і розвиток дерев. Крім того, натрій призвів до збільшення значення рН в кореневій зоні. Що вказує на збільшення

концентрації натрію (зазвичай значно нижче, ніж на 1%), що дорівнювала 4.2-13.9% в деяких профілях.

8.3.2. Забруднення ґрунтів залізничним транспортом

Також залізничний транспорт негативно впливає на екологічний стан ґрунту примагістральних екосистем, значно порушуючи їх функціональні характеристики, що в кінцевому випадку може призвести не тільки до зниження родючості ґрунтового покриву, а й до його деградації. При розгляді забруднення ґрунту враховується будь-який маршрут потягу на відстані 1 км. На 1 км залізничного полотна за рік скидається 200 м³ стічних вод, 12 т сухого сміття, 3,5 т сажі.

Найбільшу небезпеку для ґрунту становить хімічне забруднення. За ступенем небезпеки хімічні речовини поділяються на три класи: клас 1 (миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бензапірен) - речовини високонебезпечні; клас 2 (бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, сурма, хром) - речовини помірно небезпечні; клас 3 (барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій) - речовини малонебезпечні.

На залізницях виявлено 243 т відходів 1-го класу небезпеки, 3,05 тис. т відходів 2-го класу небезпеки, 27,8 тис. т - 3-го класу небезпеки і близько 102,0 тис. т твердих побутових відходів. На залізницях України збільшилося утворення відходів 1-3-го класів небезпеки на 1359,3 т, або 4,6%.

Аналізуючи діяльність залізниці, виділимо фактори, що призводять до забруднення та деградації земель:

- забруднення земель виробничими і побутовими відходами промислових підприємств залізничного транспорту;
- проектування, розміщення, будівництво і введення в експлуатацію об'єктів залізничного транспорту, що впливають на стан ґрунтів;

- порушення екологічних вимог щодо знешкодження, зберігання, складування виробничих та побутових відходів, а також при поводженні з радіоактивними, хімічними та іншими токсичними і небезпечними речовинами.

8.3.3. Міські інженерні мережі

Інженерні мережі є основним елементом благоустрою міських територій. Вони включають в себе каналізаційну мережу, водопостачання, тепломережу, телекомунікаційну мережа, мережу електропостачання, газовий трубопровід тощо. Роздільне прокладання підземних мереж вимагає значних капіталовкладень, витрат праці й створює в населених пунктах більші труднощі для руху транспорту і пішоходів у період будівництва, ремонту й експлуатації цих мереж. Тому в останні роки часто влаштовують підземні колектори і тунелі для сумісного прокладання в них мереж різного призначення.

Аварійні підземні витоки з каналізаційної мережі викликають дисперсію розчинних забруднюючих речовин, що є джерелом забруднення ґрунтів та можливих пошкоджень труб. Наприклад, біокорозія при перезволоженні суглинкових або глинистих ґрунтів, або просідання порід під впливом транспортного руху в гірських районах може бути викликано витокami стічних вод або газу.

Біологічна корозія - це процес руйнування металів під впливом живих організмів (водоростей, бактерій, дріжджів, грибів). Мікроорганізми, що знаходяться у водному середовищі і ґрунті здатні спровокувати серйозні корозійні руйнування. Біологічна корозія може існувати як окремий самостійний вид. Але найчастіше процес руйнування відбувається паралельно з ґрунтовою, морською, атмосферною та іншими видами корозій у водних розчинах і неелектролітах. Найбільш біологічній корозії піддаються трубопроводи, метро, газопроводи та інші підземні

трубопроводи і конструкції. Біокорозійні процеси починаються з появи на поверхні металу невеликих пошкоджень, які часто заповнені мікроорганізмами та продуктами їх життєдіяльності. Найчастіше бактерії провокують формування виразкової корозії. За механізмом дії біологічні руйнування класифікують на кілька типів:

- електрохімічні процеси руйнувань;
- хімічні корозійні руйнування;
- прямі руйнування під дією мікроорганізмів;
- комплексні руйнування (вплив мікроорганізмів, природних умов та інших факторів).

Мікроорганізми використовують метал як їжу або виділяють продукти, які його руйнують. У процесі життєдіяльності утворюються луги, мінеральні та органічні кислоти, пероксиди, що підвищують агресивність зовнішнього корозійного середовища. Наприклад, деякі гриби, які наявні в авіаційному паливі, провокують процес біологічної корозії алюмінієвих баків повітряного транспорту. Тіонові бактерії виробляють кислоту, в результаті чого знижується кислотність ґрунту, відповідно змінюється процес формування корозії. За характером біологічних факторів корозію поділяють на два види: бактеріальну та мікологічну.

Мікроорганізми бувають двох типів:

- аеробні. При наявності кисню здійснюють свою діяльність.
- анаеробні. Їх існування проходить і без наявності кисню.

Найбільш небезпечні для металів залізобактерії та сіркобактерії, що мешкають в ґрунті. І аеробні, і анаеробні бактерії мають спільне середовище проживання. Бактеріальна корозія є більш небезпечною і більш руйнівною. Бактерії прекрасно адаптуються до змін умов життя, швидко розмножуються при температурі від 5 до 40 градусів.

Біокоррозія підземних споруд обумовлена в основному життєдіяльністю сульфатвідновлюючих, сіркоокислюючих і залізоокислюючих бактерій, наявність яких встановлюють бактеріологічні дослідженнями проб ґрунту. Сульфатвідновлюючі бактерії присутні у всіх ґрунтах. Найбільшого збитку біологічна корозія завдає трубопроводам, конструкціям водопостачання, засобам комунікацій. Більше 70% корозійних процесів складає біоруйнування. Найбільш часто мікроорганізми провокують руйнування алюмінію, сталі, цинку, магнію.

Не дивлячись на відносно невисокі температури експлуатації, рідко перевищують 40°C магістральний газопровід великого діаметру є потужним джерелом тепла. Крім того магістральні газопроводи експлуатуються в неізотермічних нестационарних режимах. З одного боку, протягом року змінюється температура навколишнього середовища, з іншого боку змінюється температура газу з технологічних причин. Тому при температурному впливі газопроводу в прилеглому до нього ґрунті формуються нерівноважні термодинамічні процеси тепломасопереносу, електрохімічні, біологічні і т.д., що характеризуються нестабільністю і складні у своїй взаємодії. В результаті цього спостерігаються процеси біологічної та електрохімічної корозії.

В ґрунтах міських територій спостерігається корозія металевих конструкцій під впливом блукаючих струмів. Основними джерела блукаючих струмів в землі є електрофіковані залізниці постійного струму, трамвай, метрополітен, електротранспорт шахт, лінії електропередач постійного струму по системі провід - земля. Найбільші руйнування блукаючі струми викликають в тих місцях підземної споруди, де струм стікає з споруди в землю (так звані анодні зони). Втрати заліза від корозії блукаючими струмами складають 9,1 кг / А рік. На підземні металеві споруди можуть впливати струми порядку сотень ампер і за наявності пошкоджень в захисному покритті щільність струму, який стікає з споруди

в анодній зоні, настільки велика, що за короткий період в стінках споруди утворюються наскрізні пошкодження. Тому за наявності анодних або знакозмінних зон на підземних металевих спорудах корозія блукаючими струмами зазвичай небезпечніше ґрунтової корозії. Найбільша проблема може виникнути при корозії газопроводів та витоку газу в ґрунт, такого як метан. При концентрації метану від 5 до 15% за об'ємом і в присутності кисню утворюється небезпечна вибухова газова суміш.

Пошкоджені труби стічних вод викликають розливи забрудненої рідини, яка просочується до водоносного горизонту (рис. 8.3).

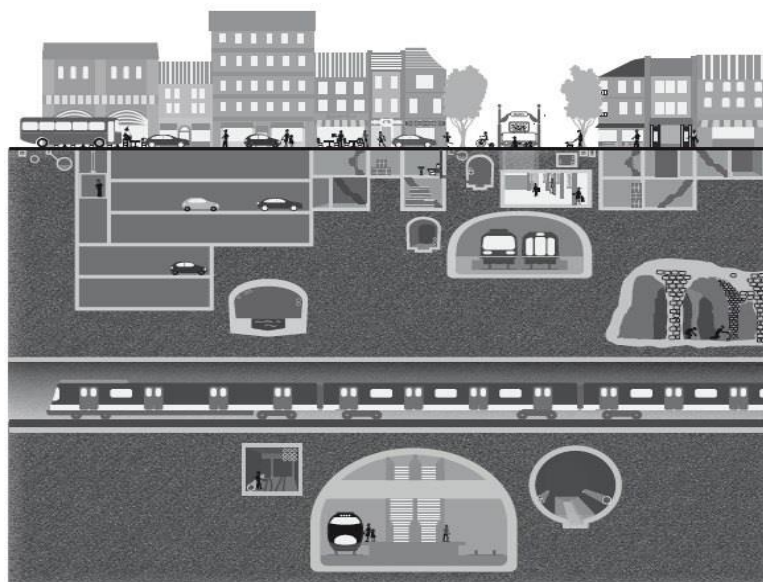


Рис. 8.3. Підземні споруди на різних рівнях в місті на прикладі метро в Парижі

Нижній рівень: міжміський поїзд, зливна каналізація електроенергетична система, метро. Середній рівень: зливна система, метро, гараж, кар'єрний простір. Верхній рівень: гараж, підвал, ліфт, стічні води, зливна система, система телефонних кабелів, труби постачання питної води, система опалення/охолодження, газопровід, тротуари торгового пасажу.

Типові забруднюючі сполуки підземних вод – це сполуки аміаку, бору, сульфати, хлориди, фосфати і важкі метали. Крім того, анаеробні стічні води призводять до зниження окисно-відновного потенціалу. Тепло тепломереж сприяє підвищенню температури ґрунту, що веде до прискорення процесу евапотранспірації, підвищення кількості термофільних мікробів і прискорення росту кореня рослин придорожніх зелених насаджень. Відбуваються зміни кольору ґрунту до чорного або темно-сірого в наслідок утворення піриту, підвищення рухливості важких металів, збільшення метанотрофних бактерій. Спостерігається руйнування коренів придорожніх кущів і дерев.

8.3.4. Повені в алювіальних (наносних) заплавах річок

Високий відсоток міст розташований поруч з річками. Наприклад, це річка Янцзи в Китаї, де розташовані кілька густонаселених міст Шанхай і Нанкін на відстані приблизно в 300 км. Історичні причини були для пошуку міста в безпосередній близькості від довгих річок, тому що річки використовувалися для перевезення різних вантажів, а родючі алювіальні ґрунти, річки і болота для отримання продуктів харчування. Можливість транспортування і родючі ґрунти в широких річкових долинах сприяли для будівництва поселень.

Алювіальні ґрунти можна впізнати за високим річним максимумом коливання рівня ґрунтових вод, взаємним впливом між поверхневими водами і ґрунтовими водами та за періодичними повенями – це все вказує на сильний вплив близько розташованих міст. Зокрема:

- скиди промислових стічних вод і очисні споруди;
- поверхневий стік води з закритих територій;
- дефляція і ерозія забруднених територій без рослинності;
- рух суден, зокрема аварії на кораблях;
- осадження пилу з забрудненого повітря.

Процес забруднення ґрунту в заплавах залежить від кількох факторів:

- частоти і тривалості повеней;
- топографії ландшафту;
- гідрології водоносного горизонту;
- властивостей ґрунту

Загалом, спостерігається тенденція накопичування забруднюючих речовини. У ґрунтах потенціал адсорбції забруднюючих речовин зростає із збільшенням вмісту мулу, глини, гумусу і оксидів заліза. Грубі матеріали нанесені біля русла річки і тонші матеріали розташовуються в паводкових водах, що призводить до більш високого потенціалу адсорбції і, отже, до вищого вмісту важких металів. Цей ефект, однак, може бути порушений діяльністю фермерів або садівників. Вміст металів в алювіальних ґрунтах можуть розглядатися як показник минулого забруднення.

8.4. Вплив садової та сільськогосподарської діяльності на міські ґрунти

8.4.1. Добрива та міські ґрунти

Ґрунти міських зон часто характеризуються відсутністю органічних речовин, за таких умов рекомендованим є використання органічних добрив. У такий спосіб може контролюватися як потреба в перегної, так і рівень поживних речовин. Таб. 8.6 містить інформацію про різні органічні речовини, що зазвичай використовуються в міських парках, садах тощо.

Найпоширенішим серед органічних матеріалів є компост (складене добриво). Компости – органічні добрива які отримують в результаті розкладу різних органічних сполук під впливом мікроорганізмів. У Центральній Європі (Австрії, Німеччині і Нідерландах) 50-80% органічних муніципальних відходів перетворюються в компост. У

Південній Європі (Греція, Італія, Іспанія) цей показник дещо менший, він становить 15%, а в скандинавських країнах і Великобританії він складає від 5% до 25%. Крім того, компостування господарських відходів в деяких європейських країнах є загальноприйнятним. В Австрії, Німеччині та Люксембурзі 25-40% органічного сміття компостується власниками садів, хоча в більшості європейських країн (Франції, Італії, Іспанії, Великобританії), компостування було не дуже поширеним до 2003 року.

Технологія компостування муніципальних відходів починається з подрібнення та гомогенізації. Це сприяє швидкому розкладанню органічних речовин, знищенню насіння бур'янів і патогенних мікроорганізмів та зменшенню концентрації води. Процес розкладання відбувається при температурі від 50⁰С до 75⁰С. При цьому приблизно на 55% матеріал розкладається, 5% – залишки і близько 40% – утворюють компост. Мінеральні поживні речовини, як правило, зберігаються. Речовини, не притаманні даному матеріалу, мають бути виведені в кінцевому результаті.

Табл. 8.5. Застосування органічних речовин в міських відкритих зонах

Матеріал	Колір	pH	Відношення C/N	Міцність	Типові області
Сінний	Коричневий до сірувато-коричнюватий	5,5	Близько 20:1	Тільки один вегетаційний період	Міське аграрне господарство, сад, парк
Торф'яний мох	Темно-коричневий	2.5-3.5	Змінне	Стійкість до кількох сезонів	Сад, кладовище
Солома	Жовтий	5.6–7.1	48–150:1	Від одного до двох вегетаційного періоду	Сад, парк
Тирса	Жовтий	3.5–5.5	30–930:1	5-10 років	Парк
Компост	Темно-коричневий	6.0-7.0	Менше ніж 25:1	6-12 місяців	Міське аграрне господарство, сад, парк, цвинтар

В наслідок компостування спостерігається зменшення концентрації органічних забруднювачів, а зменшення концентрації неорганічних забруднювачів не відбувається під час компостування (табл. 8.6).

Згодом, не беручи до уваги деякі органічні забруднювачі, склад компосту може знаходитися в залежності від регіону, де відбувався процес компостування органічного матеріалу. Загалом, компостний матеріал, зібраний біля обочин доріг восени, містить відносно високий рівень металів. Наприклад, концентрація бензопірену, що викидається в повітря дизельними автомобілями, дорівнює $2,7 \text{ мг кг}^{-1}$.

Табл. 8.6. Зміна кількості забруднюючих речовин в процесі компостування

Розташування	Ессен, Берлін(Німеччина)	Калькутта (Індія)	Розташування
Матеріал	Компост	Кора мульчі	Компост
Бензопірен	0.1–2.7	нв	нв
Zn	113700	19–500	75–900
Pb	37–170	7–23	65–200
Hg	0.1–1.0	0.2–2.0	–
Cu	16–220	2–32	25–300
Cd	0.3–2.4	0.1–2.6	0.7–2.0
As	1–9	5–25	–

Як правило, тверді побутові відходи мають найвищий ступінь забруднення різними речовинами. Результати досліджень, проведених в Європі, Північній Америці, Австралії та Азії (табл. 8.7) показали присутність в компості таких важких металів : $4,5 \text{ мг кг}^{-1}$ Cd, 162 мг кг^{-1} Cu, 318 мг кг^{-1} Pb і 542 мг кг^{-1} Zn.

Тоді як у промислово розвинених країнах тверді побутові відходи спалюються або захоронюються, муніципальне сміття в менш розвинених країнах, використовують в якості добрива для ґрунтів. Через відсутність сучасних методів обробки відходів та правильного їх використання

Табл. 8.7. Середня концентрація важких металів в компості з різних джерел відходів (Мг кг⁻¹)

Компоненти	Тверді побутові відходи	Органічні відходи (біовідходи)	Зелені компостовані відходи
Cd	4.5	0.9	1.4
Cr	122.0	28.5	45.6
Cu	161.8	95.9	50.8
Pb	318.1	85.5	87.3
Hg	1.6	0.6	0.5
Ni	59.8	23.8	22.4
Zn	541.5	288.5	186.4

спостерігається тенденція до компостування твердих побутових відходів *на місці* після усунення шкідливих неорганічних матеріалів, таких як скло і метал. Значна частина відходів придатна до компостування, наприклад, папір, залишки їжі, листя дерев тощо, хоча вміст поживних речовин в такому компості є досить низьким. Компостовані відходи в майбутньому будуть більш широко використовуватися в міських садах та на відкритих зелених територіях, що безумовно буде спричиняти нові проблеми.

До того ж, слід також звернути увагу на мінеральні добрива. Кадмій та інші забруднюючі речовини, що містяться в мінералах (речовинах), які використовувалися для виготовлення добрив. Відомо, що фосфати можуть бути носіями небажаного кадмію. Постійне використання їх в міських зонах, на сільськогосподарських та садівничих ділянках протягом тривалого часу може призвести до підвищення концентрації Cd незалежно від наявності інших типових антропогенних джерел забруднення міських ландшафтів. Суперфосфат і природні фосфати містять підвищену концентрацію кадмію в залежності від походження мінералів. Зокрема, фосфати деяких африканських країн (наприклад, Марокко, Сенегал, Того) є досить сумнівними. Середній показник вмісту кадмію в природних фосфатах становить 7,8 мг кг⁻¹, а концентрований суперфосфат (потрійний) містить до 110-130 мг кг⁻¹ кадмію.

Крім кадмію в суперфосфатах можна виявити хром (середній показник: 273 мг кг⁻¹). Деякі інші забруднюючі речовини присутні в добривах, що використовуються в органічному сільському господарстві, а також для садівничих цілей таких як кам'яний пил, отриманий з гірських порід - базальту та серпентиніту (Cr, Ni), борошно з кісток свійських тварин (Cr) і свинячий гній рідкий (Cu).

8.4.2. Використання осаду стічних вод

Широко використовується в міських садах, а також з метою рекультивації ґрунту осад стічних вод, який за складом містить 2,0% N, 0,3% P і 45% органічних речовин. Осад стічних вод відноситься до антропогенних матеріалів, тому збагачення ґрунтів відбувається не тільки завдяки вмісту азоту, але й завдяки мінералізації азоту шляхом стимуляції діяльності мікроорганізмів.

Збагачення азотом, фосфором і сіркою приводить до поліпшення поживного балансу, який необхідний для рослин за несприятливих ґрунтових та погодних умов. Виходячи з продуктивності сільськогосподарських ферм можна було б забезпечити близько 60% необхідного рівня N і більше 100% P, завдяки використанню осаду стічних вод. У випадку компостування можна було б отримати більш високі показники (N: близько 120%, P: близько 140%). Крім того, застосування осаду стічних вод покращує фізичні властивості ґрунту, такі як здатність проведення води, прискорює ріст коренів рослин.

Проте постійне використання добрив з осаду стічних вод на сільськогосподарських і садових ґрунтах має також й негативні наслідки. Безперервне застосування осаду стічних вод може призвести до накопичення в значних концентраціях важких металів у ґрунтах. Дуже високі значення, близько 60 мг кг⁻¹ миш'яку, 60 мг кг⁻¹ кадмію, 2000 мг кг⁻¹ хрому, 1400 мг кг⁻¹ міді, 240 мг кг⁻¹ свинцю, 385 мг кг⁻¹ нікелю і 3000 мг кг⁻¹

¹ цинку, містили ґрунти міста Естера (Великобританія), що удобрювалися осадою стічних вод протягом 74 років.

Тим не менш, завдяки збільшенню концентрації металів в ґрунті можна припустити, що їх накопичення рослинами стане вищим. У цьому контексті, кадмій є першим елементом в харчовому ланцюзі з точки зору забруднення харчових продуктів. Поглинання цього елемента залежить від виду рослини, а точніше, від тих рослин, які споживаються людиною. Рівень поглинання металів є вищим в листяних рослинах порівняно з зерновими, і при цьому в найбільшій кількості накопичується метал листями, ніж зерном. Загалом, накопичення важких металів можна спостерігати в результаті постійного або принаймні частого застосування осаду стічних вод на міських територіях.

Хоча концентрація деяких органічних забруднювачів знизилася в осадах стічних вод за рахунок зменшення їх використання у виробничих процесах (наприклад, поліхлоровані біфеніли - ПХБ, поліхлоровані дібензодіоксини і дібензофурані - ПХДД /Ф), спостерігається їх підвищена концентрація в мулі. Крім того, деякі забруднюючі речовини, наприклад толуол, служать в якості носіїв інших органічних забруднювачів, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ). Дослідження в Польщі виявили залежність концентрації органічних забруднювачів від місця утворення активного мулу. Концентрація ПАВ в осадах стічних вод з сільських регіонів була незначна, в той час не можливо використовувати мул промислових очисних станцій

Компостування осаду може поліпшити хімічні властивості і особливості біодеградації органічних забруднювачів. Процес компостування осаду стічних вод буде відігравати велику роль у майбутньому. Тим не менш, осад стічних вод, як правило, стабілізують вапном, внаслідок чого відбувається підвищення значення рН до 11.

У найближчому майбутньому кількість осадів стічних вод може значно зрости. У Китаї, наприклад, сьогодні побудовано близько 300 очисних споруд, які утворюють близько 300000 т сухого осаду. Відпрацьований осад, як правило, дорого переробляти. З цієї причини, процес утилізація осаду стічних вод у вигляді добрива буде інтенсифікуватися, хоча відомо, що мул міст Південного Китаю містить велику кількість міді і цинку (1,500 - 5,000 мг кг⁻¹, відповідно).

Проблема забруднення ґрунтів при внесенні компосту була вирішена, коли державні органи почали встановлювати граничні значення забруднюючих речовин для того, щоб контролювати їх довгострокове накопичення, якщо осад стічних вод буде застосований на садовничих ділянках в міських і сільських умовах. Такі стандарти якості були розроблені в ряді країн. На закінчення відзначимо, що американські стандарти дозволяють використовувати осади стічних вод з високими граничними концентраціями забруднюючих речовин, в той час як у Німеччині дозволені відносно низькі значення забруднювачів. Органічні забруднювачі в основному не вказуються.

8.5. Вплив міста на ґрунти

8.5.1. Занедбані землі

Занедбані промислові ділянки, як правило, завдають шкоди живій природі і вони можуть викликані пошкодженням будівельних конструкцій. Такі області називаються закинутими землями зі шкідливими особливостями. Ці ділянки землі мають складну топографію через присутність на їх поверхні різних ям та виємків, а іноді присутні і явища осідання ґрунтів. Ґрунт бідний на рослинність, що в свою чергу призводить до ерозії і дефляції. Найважливіша проблема таких земель - присутність токсичних твердих і рідких речовин. Крім того, такі ділянки роблять

міський пейзаж непривабливим, тому що на них знаходяться зруйновані і пошкоджені будівелі, а також пошкоджена інфраструктура.

Склад забруднюючих речовин ґрунту залежить від виду промисловості сьогодення і в минулому. Існує ряд причин, що призводять до підвищення значень забруднюючих речовин у ґрунтах:

- необережне поводження й зберігання небезпечних речовин протягом тривалого часу;
- спрощені технології виробництва, що призводять до пошкоджень обладнання та неконтрольованих витоків;
- будівельна діяльність, пов'язана з земляними роботами, які припускають зняття частини землі, транспортування в інше місце і засипку цих будівельних ям забрудненим ґрунтовим матеріалом;
- бомбові атаки під час війни;
- аварії, катастрофи.

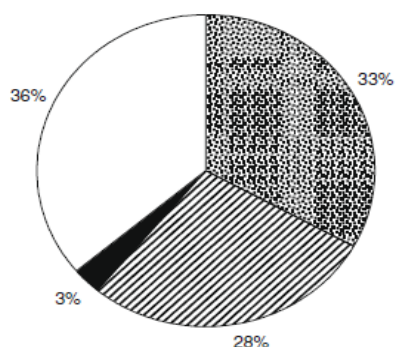
У промислових районах конкретна кількість та поширення деяких забруднюючих речовин є очікуваною. Слід зазначити що забруднюючі речовини можуть розповсюджуватися та проникати не тільки в ґрунти, а також в ґрунтові води та накопичуватися в рослинах. При досліджуванні колишніх покинутих промислових ділянок, детальний аналіз і обстеження ґрунтів показує забруднення такими хімічними елементами як цинк, барій, кадмій, мідь, нікель, стронцій, ртуть та миш'як (табл. 8.8).

В розвинених країнах органи державної влади почали створювати реєстри забруднених ґрунтів. У Данії, наприклад, близько 30 000 потенційно забруднених ділянок було зареєстровано в 2000 році. Більшість цих місць це звалищами сміття та забруднені ґрунти автозаправних станцій (рис. 8.4).

У Шведській статистиці занедбаних земель, найважливішими галузями забруднення ґрунту були деревообробна та паперова промисловості, а також металообробна промисловість.

Табл. 8.8. Середній вміст важких металів (мг кг⁻¹) у ґрунтах, що знаходяться поблизу акумуляторного заводу в Пястові (Piastow,), Польща

Глибина (см)	Захід			Схід		
	Основний напрям вітру			Лічильник потоку основного напрямку вітру		
	Cd	Pb	Zn	Cd	Pb	Zn
0-30	2	199	156	1,9	132	79
31-60	1,4	96	102	1,9	98	73
31-90	0,6	62	79	0,3	42	33



3% - металургійна промисловість;
 28% - газо- та паливні автомобільні заправні станції;
 33% - місця складування відходів;
 36% - інше

Рис. 8.4. Джерела забруднення ґрунтів в Данії (за інформацією ДЕРА, 2001)

У Румунії, яка була індустріалізована в екологічно несприятливому напрямку під час періоду соціалізму, металургійна промисловість була основним джерелом забруднення ґрунтів. У загальній кількості, в 2007 році близько 402000 га були віднесені до забруднених, з них 33000 надмірно забруднених земель і 19000 сильно забруднених земель. Близько 224000 га були лише злегка забруднені, більшість з них в були зруйновані вітровою ерозією.

У країнах Східної Європи забруднення ґрунтів викликане колишньою Радянською Армією та виявили це лише після відводу армії. У Чеській Республіці було близько 50 серйозно забруднених ділянок, на яких

виявлено високий рівень токсичних речовин таких як нафтові вуглеводні і хлоровані вуглеводні. В Естонії витоки з сховищ пального та трубопроводів, що використовувалися Радянським Союзом, в яких зберігалось тонни мазуту та пального без будь якого контролю, також спричинило забруднення ґрунтів. В Угорщині близько 150 ділянок було зафіксовано, де знаходилися військові казарми та тренувальні майданчики, які були сильно забруднені та потребували навіть термінового відновлення.

Одним з вражаючих прикладів забруднення ґрунтів речовинами з матеріалів, використовуваних протягом тривалого періоду часу, є території полігонів. Накопичення куль і гранул у ґрунтах військових і рекреаційних стрільбищах призвели до накопичення важкого металу - свинцю.

Озеро Маджоре, Швейцарія, як правило, добре відоме своїм туризмом. А його стрільбища використовується туристами вже довгий час. Ґрунти стрільбища були досліджені на вміст важких металів. Аналізи показали значну концентрацію свинцю у верхньому шарі ґрунту, що пов'язано зі здатністю свинцю зв'язуватися з органічними речовинами ґрунту, а також з Fe і Mn оксидами (таб. 8.10). Однак слід очікувати, що рух свинцю вниз буде відбуватися і в майбутньому. Антропогенні забруднювачі, осаджені на поверхню ґрунту, можуть створити небезпечний потенціал для підземних вод та здоров'я людини. Крім того, сурма і мідь, які присутні в свинцевих кулях можуть також надходити в ґрунт в результаті процесів корозії.

8.5.2. Території промислових аварій

У людській історії було кілька вражаючих аварій, які спричинили забруднення навколишнього середовища, включаючи ґрунти. У 1976 році на заводі хімічного виробництва в Севесо, що знаходиться поблизу Мілану (Італія), відбувся величезний викид 2,3,7,8-тетрахлородибензо-р-діоксину

Табл. 8.10. Хімічні властивості цивільного і військового стрільбищ (ліси, 50 м від зони стрельбища) біля озера Маджоре, Швейцарія (дані з Knechtenhofer і співавт. 2003)

Хімічні характеристики ґрунту			Pb	Sb	Cu	Ni	Zn
Глибина (см)	pH(CaCl ₂)	C вміст (%)	мг, кг-1				
Орг. підстилка	3,2	33,1	12,533	676	149	44	87
0-10	3,6	14,8	2,908	30	96	39	65
10-50	4,2	8,9	85	1,9	12	35	57
50-60	4,7	2,7	24	<0,4	10	51	67
60-70	4,8	1,3	22	<0,4	13	64	59

(ТХДД) та інших поліхлорованих дібензодіоксинів і дібензофуранів.

Компанія виробляла трихлорфенол, що використовується як основа для синтезу гербіцидів. Аномальний тиск був спричинений екзотермічною реакцією трихлорфенолу, в результаті відбулося руйнування хімічного реактору та велика кількість небажаного ТХДД при 250° С надійшло в атмосферу. Шість тонн токсичної речовини було викинуто в результаті вибуху на відстань приблизно 18 км². В залежності від напрямку вітру лінійний шлях був в південно-східному напрямку, зафіксовано близько 7 км. В ґрунті району, недалеко від джерела аварії (зона А), де мешкали 736 жителів, концентрація ТХДД сягала більше 50 мг м², а в другій зоні В (4700 жителів) - від 5 і 50 мг м². ТХДД є штучна дуже токсична речовина, яка викликає зміни в організмі людини при концентрації 0,04мг/м² ґрнту. Були госпіталізовані дорослі та діти, які мали ураження шкіри, а велику кількість тварин було знищено та спалено. Пізніше спостерігали підвищення числа захворювань. Щоб уникнути безперервної загрози здоров'ю людей, верхній шар забрудненого ґрунту було знято і утилізовано. В іншому випадку процес біологічних розкладу ТХДД потребує тривалого часу. ТХДД на глибині понад 20 см виявлено не було.

На щастя, катастрофа в Севесо призвела до дуже швидких відповідних дій. В розвинених країнах, така швидка реакція по ліквідації

аварії не спостерігається та призводить до забруднення ґрунту. У Бхопале (Індія) з населенням в 2100000 страшне промислове лихо трапилося в 1984 році, в результаті якого загинули близько 16 000 людей після викиду отруйних газів на заводі з виробництва пестицидів. Аналіз ґрунту та ґрунтових вод також показав дуже високу концентрацію деяких важких металів, таких як ртуть, а також летких органічних сполук, таких як хлороформ і хлорований бензол. Для відновлення ґрунту після забруднення потрібно 4 роки і вартість цього процесу більш ніж \$ 30 мільйонів.

Техногенні аварії призводять до широкомасштабного забруднення ґрунтового шару. Крім забруднення ^{137}Cs внаслідок випробувань ядерної зброї в 1950-х до 1970-х років, катастрофа на Чорнобильській АЕС у Центральній Європі 1986 року є основним джерелом забруднення ґрунтів радіоактивними речовинами. Без сумніву накопичення радіоактивних речовин не поєднуються з забрудненням внаслідок промислових викидів або накопичення промислових відходів. У Чорнобилі (Україна) пролунали два вибухи, викликаних помилкою у поводженні з реактором, і виникла пожежа, яка була згашена протягом 5 годин, але це призвело до викидів в атмосферу діоксиду урану спільно з радіонуклідами, такими як ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I , ^{132}I і ^{140}Te . У Чорнобилі було викинута велика кількість ^{137}Cs , з періодом напіврозпаду 30,1 року. Радіоактивні матеріали були поширені по всій Європі і рознесені вітром на дуже великі відстані. Країною, що отримали велику кількість радіоактивних опадів була в першу чергу Україна, зокрема зони евакуації, де 114000 людей повинні були бути евакуйовані, європейські частини Росії і Білорусії. Ці країни отримали понад 40 кБк м^{-2} на загальній площі від 38000 до 60000 км^2 .

По-друге, Австрія, Фінляндія, Норвегія та Швеція отримали понад 40 кБк м^{-2} на загальну площу від 11000 до 24000 км^2 . В інших країнах, таких як Чеська Республіка, Німеччина, Греція, Італія, Польща, Румунія,

Швейцарія та Сполучене Королівство отримали більше 40 кБк м⁻² територія, яких була менша ніж 1300 км².

Отже, атмосферні опади в основному збільшують рівень забруднення в ґрунтах. Було виявлені високі концентрації у верхньому шарі ґрунту, тому що рухливість цезію низька. Дослідження ґрунтів у південній частині Німеччини показало, що вміст ¹³⁷Cs в гумусовому шарі коливався між 44,3% та 91,1%, а на глибині 10 см спостерігалась лише залишкова кількість цезію (Kruse-Irmer і Gianі 2003).

Тим не менш, спостерігався перехід радіонуклідів в рослини. Середній коефіцієнт переходу ¹³⁴Cs в рослини (трав'янисті види рослин лісів) /ґрунту досягала значень 13-45 в гумусову шарі і 3-28 - в торф'яних ґрунтах, в той час як ¹³⁷Cs має більш низький коефіцієнт переходу <8. Дослідження показали високу біодоступність радіоактивного цезію в гумусових шарах і торф'яних ґрунтах навіть через декілька десятиріч.

Крім того, міграції ¹³⁷Cs також відбувалися іншим шляхом. У Пензі (Росія), яка знаходиться в 1100 км від Чорнобиля, зміни вмісту цезію спостерігалися через 10 років після катастрофи на гористій місцевості, де треба враховувати ерозію ґрунту. Рівнинні ґрунти, на яких не спостерігалися явища ерозії, мали значення радіоактивності 5,2 кБк м⁻², а прилегла територія з ерозійними процесами - 7,4 кБк м⁻², а в зоні накопичення вниз по схилу навіть 10,4 кБк м⁻². Результати відображають горизонтальний перенос забрудненого ґрунтового матеріалу. У вертикальному напрямку було встановлено, що в нерозораних ґрунтах більш ніж на 70% ¹³⁷Cs знаходиться в обмеженому верхньому 5 см шарі і більш ніж на 90% - в верхньому шарі ґрунту товщиною 20 см.

Крім великих техногенних аварій треба помятати про інші джерела забруднення ґрунтів. Також причиною забруднення можуть бути більш прості випадки, в яких трафік і промислові процеси можуть бути причиною аварійних випадків майже щодня. Вантажівки і залізничні

аварії, витіки з магістральних трубопроводів, аварії суден і помилки під час зберігання та переробки сировини в промисловості може призвести до викидів токсичних речовин, які часто можуть бути виявлені не повністю. Деякі країни публікують статистичні дані про ці випадки. У Німеччині статистичні дані показали високий рівень забруднення ґрунтів у зв'язку з техногенними розливами та витіками рідини.

8.5.3. Техногенні відкладення на поверхні землі

Антропогенні відкладення - це новий шар. Інша назва антропогенних відкладень, що прийшла з археології – культурний шар. У містах вони становлять: Одеса – 44 м, Київ – 44 м, Баку – 40 м, Москва – 24 м тощо. Максимальні потужності приурочені до засипаних долин річок, струмків, до давно обжитих районів. На антропогенних відкладеннях часто ведеться будівництво, прикладом тому служать райони на півдні Москви, побудовані на звалищах і полях фільтрації.

Одним з важливих наслідків господарсько-будівельної діяльності, що має загальногеологічне значення – це накопичення техногенних відкладень (культурного шару).

Одним з найбільш широко поширених і досить добре вивчених субаеральних техногенних відкладень ("техногенних урбофацій") є культурний шар, що сформувався на території поселень, міст, різних заселених та урбанізованих територіях.

Термін "культурний шар" з'явився в науковому світі з робіт археологів і за їх визначенням – "культурний шар" це шар гірської породи і ґрунти зі слідами діяльності людини, тобто наявності в його товщі різних артефактів. Поняття культурного шару визначається також як нашарування ґрунту (ґрунтів) на місці поселень минулих епох (міст і сільськогосподарських поселень), який складається з двох зв'язаних компонентів – залишків споруд (будівельних і архітектурних, руїн), що

відображає основні напрямки господарського життя. Культурні шари поселень фіксуються з моменту появи перших стоянок давньої людини в ранньому палеоліті і формуються до теперішнього часу. Таким чином, культурний шар фіксує ставлення явищ, що вивчаються археологією, до екосистеми, до природного середовища, і визначення культурного шару неможливе без використання понять "техносфера", "техногенез", "культурний ландшафт". Крім того, культурний шар розуміється як складна система матеріальних свідчень діяльності конкретної культурно-історичної спільноти людей, включених в геологічне утворення.

Формування культурного шару пов'язане як з геологічними і геоморфологічними умовами місцевості, так і з історією міста, характером господарсько-культурної діяльності людини. На відміну від гірських порід природного походження, культурний шар, в більшості випадків, дуже неоднорідний за своїм складом, причому неоднорідність проявляється як по вертикалі, так і по горизонтальному напрямку. Часто у складі культурного шару присутні різноманітні органічні включення, кількість яких може зменшуватися зі збільшенням віку культурного шару.

Умови накопичення культурного шару в місті можуть бути специфічними відповідно до природно-історичної ситуації (особливостями рельєфу, заболоченістю, наявністю ярів, балок), а також з характером будівельних заходів (спорудження каналів, ровів, дамб, валів, зрізання або підсипання ґрунту).

Їх можна розділити на наступні групи.

1. Природні утворення, переміщені з місць їх природного залягання різними транспортними засобами, вибухом (насипні ґрунти) або засобами гідромеханізації (намивні ґрунти).

2. Антропогенні утворення, які складаються з відходів господарсько-побутової та виробничої діяльності людини з докорінною зміною складу і властивостей вихідної сировини. Господарсько-побутові відходи

представлені звалищами побутових відходів, будівельного сміття тощо. Промислові відходи представлені золами і шлаками різного походження – паливними, металургійними; відвалами пустої породи при вуглевидобутку (терикони), а також шламами – відходами гірничозбагачувального, електрохімічного та інших виробництв (хвостосховища).

3. Природні утворення, з суттєво зміненим складом і властивостями в містах їх природного залягання – наприклад, при цементації, силікатизації, електрохімічному закріпленні ґрунтів тощо.

За характером поширення техногенні відкладення діляться на чотири категорії:

- великоплощинні (найчастіше наливні ґрунти);
- лінійно-витягнуті (дамби, насипи доріг, засипані річки, яри і траншеї);
- місцеві (засипані кар'єри і болота, будмайданчики та ін.);
- локально-точкові (дрібні звалища, засипані колодязі та ін.)

Таким чином, техногенні відкладення дуже різноманітні - від різновидів, близьких до природних, до ґрунтів, що не мають природних аналогів. Відповідно різноманітні їхні властивості, навіть у межах однієї групи. За винятком порід третьої групи, тобто для всіх насипних і наливних ґрунтів, відвалів і звалищ характерною спільною рисою є підвищення їх щільності з часом під дією власної ваги – самоущільнення; це важливо, оскільки їх основні будівельні властивості залежать від щільності. Цементация в таких ґрунтах відсутня або незначна. Тривалість процесу самоущільнення залежить від складу породи (вихідного матеріалу) і способу насипання, а наливних ґрунтів - і від характеру основи. Для наливних ґрунтів час самоущільнення залежить від швидкості віджимання води, тобто від водопроникності (від коефіцієнта фільтрації) як самого наливають ґрунту, так і підстилаючої природної основи. Останнє в порядку зменшення проникності можна розділити на піщано-

гравійні, піщані, органомінеральні (з торфом і т.п.) і глинисті. Для виділених класів час самоущільнення намитого піску великої чи середньої крупності складе відповідно 0,5; 1; 2 і 3 місяці; для дрібного піску час подвоюється. При намиві пилюватого піску на тих же підставах час самоущільнення складе вже 2; 3; 6 і 12 місяців; при вмісті в піску або супіску великої кількості органіки зазначені цифри також подвоюються.

Найбільш несприятливі за своїми властивостями відкладення створюються в районах звалищ з господарсько-побутовими відходами. У них багато хімічноактивних речовин, гниючої органіки, при розкладанні якої можуть утворитися токсичні і вибухонебезпечні продукти. При фільтрації опадів через товщу таких відкладень можливе забруднення підземних вод.

Звалища господарсько-побутових відходів, як окремий випадок накопичення антропогенних відкладень, є одним з найбільш неприємних видів впливу міст на геологічне середовище. Звалища є локальними забруднювачами підземних і поверхневих вод, особливо це відноситься до несанкціонованих звалищ, де не було вжито заходів з інженерної підготовки території. Звалища характеризуються також розкладанням органіки з виділенням метану, концентрація якого понад 5% є пожежонебезпечною, а понад 20% – вибухонебезпечною. Навіть після вивезення забрудненого ґрунту та рекультивації сміттєзвалища залишається залишкове забруднення, яке самоліквідується за 20-30 років.

Насипні ґрунти зустрічаються в промислових зонах, де мало місце будівництво або вони є результатом війни, наприклад, при утворенні кратерів бомб. Під час балканської війни в 1999 стратегічно важливі цілі були зруйновані, але супутній збиток (наприклад, зруйновані очисні споруди стічних вод, підприємства з випуску мінеральних добрив) був також величезний. Відповідно надходження в навколишнє середовище різних забруднюючих речовин, особливо в ґрунт, було закономірним. Крім

того, увагу привертає незірвані бомби і міни, які є серйозною проблемою. Техногенні відкладення різного походження є джерелом забруднення ґрунту на території міста

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Дайте класифікацію забруднення ґрунтів.
2. Що відноситься до забруднення ґрунтів, яке не пов'язане з містом?
3. Що таке лінійне забруднення ґрунту. Наведіть приклади.
4. Якій шкідливий вплив від використання на території міста добрив та пестицидів?
5. Що являється найбільшим джерелом забруднення ґрунтів важкими металами?
6. Які забруднюючі речовини виділяються в ґрунт при використанні добрив?
7. Що таке «техногенні відкладення» на поверхні ґрунту. Як вони утворюються?
8. Як впливає військова діяльність на ґрунти? Які основні забруднювачі ґрунту пов'язані з військовою діяльністю?
9. Які основні умови накопичення культурного шару в місті?
10. На які категорії поділяються техногенні відкладення за характером поширення?

9. АНТРОПОГЕННІ ҐРУНТИ

Ґрунтознавці виділяють ґрунти, в яких результати діяльності людини морфологічно або аналітично змінюються певні властивості, аж до формування нового ґрунтового горизонту. Такі ґрунти або ґрунтові утворення називаються антропогенно-зміненими (трансформованими, модифікованими). Антропогенно-змінені ґрунти – це ґрунти, профіль яких складається з антропогенно-перетвореного гомогенного органогенного горизонту потужністю більше 25 см, різко зміненим будь-яким природним серединним генетичним ґрунтовим горизонтом або безпосередньо ґрунтоутворюючою породою – тобто ґрунти, в яких техногенні та антропогенні процеси не зачіпають весь ґрунтовий профіль в цілому, і практично не змінюють його генетичні властивості.

Для ґрунтів, які зазнали сильний вплив запропонований термін "антропогенні ґрунти", які діляться на «антропосолі» та «техносолі».

Антропогенні ґрунти – це ґрунти, вихідні властивості яких зазнали глибоких змін в результаті діяльності людини: видалення або порушення поверхневих горизонтів, зняття або насипання ґрунту, тривалого внесення органічної речовини, зрошення тощо.

Антросолі – це ґрунти, генезис яких визначається діяльністю людини (рисові ґрунти в Японії). У міських умовах ці ґрунти займають значні площі і до них відносяться в основному ґрунти міських садів, які об'єднують в собі дві властивості – наявність поживних речовин і присутність різних забруднюючих речовин. В даний час на частку антропогенних ґрунтів припадає близько 3% всієї площі ґрунтів, а на частку антропогенно-змінених - 52%. Взагалі, антропогенні ґрунти, які називаються антросолі, виникли в результаті змін людською діяльністю,

особливо при інтенсивному застосуванні органічних добрив і непотрібного інтенсивного культивування, і т.д.

Ґрунти технічного походження називаються техносолі (Technosols). Ці ґрунти, як правило, містять різні штучні матеріали – техногенні субстрати, і вони є ґрунтами, які утворилися в наслідок ґрунтових робіт, транспортування та насипання ґрунту. Також техносолі можуть бути закриті покриттям, таким як будівлі або тротуари. Отже, головним чином, техносолі знаходяться в містах, на промислових територіях, на дорогах, в шахтах і на військових полігонах.

Антросолі найчастіше утворюються на ґрунтах, які були оброблені добривами та гноєм, та містять високий вміст поживних речовин, особливо P і N, а також металоїдів і металів, такі як As і Cu (з фунгіцидів) і органічних забруднювачів, як DDT і дільдрін (від пестецідів).

Їх утворення пов'язано з довгостроковим садівничим та сільськогосподарським використанням ґрунтів, що вказує на штучні зміни їх властивостей. Однак антросолі утворюються на натуральному батьківському матеріалі. Як правило, гумований верхній шар ґрунту більш глибокий (3 см). Можна розрізнити кілька видів ґрунту в межах цієї групи.

Як правило, антропогенні ґрунти, які називаються техносолями, складається з природних та /або техногенних, штучних матеріалів (депосолі в деяких європейських номенклатурах). Ці ґрунти містять забруднюючі речовини, оскільки вони часто забруднюються при будівельних роботах міських об'єктів і можуть містити все що завгодно: від щебеню до відходів з шахти і летючої золи. Ґрунт міського середовища часто ущільнюється, з чимось змішується і доповнюється штучними матеріалами; основа ґрунту піддається значним змінам, що призводить до високої просторової і вертикальної неоднорідності. Границі між різними горизонтами характеризується різкою зміною фізико-хімічних

властивостей, таких як текстура, структура, щільність, аерація, гідравлічна провідність, колір, значення рН і хімічний склад.

9.1. Штучні ґрунти

Багато міських ґрунтів мають штучне походження. Наприклад, дренаж потрібен для будівництва спортивних майданчиків, а також міст складування сміття; саме це й спонукає створювати дренажні шари ґрунту. Ґрунтове покриття, яке здатне витримувати сильне навантаження, повинне використовуватися в створенні стежок і спортивних полів. Однак, ущільнені шари ґрунту на спортивних майданчиках можуть призвести до конфлікту між придатністю полів для ігри та ростом рослин на них, з яких складається трав'яний покрив поля. Крім того, дренажний шар повинен бути побудований так, щоб забезпечити швидке видалення води під час опадів. Якщо дренажний шар пошкоджується через занадто інтенсивне використання, поверхня стає пластиковою і слизькою. Це призводить до того, що спортивні ігри стають неможливими в таких умовах.

Поля для гольфу часто будуються поряд з річками і в низинних районах через наявність красивих пейзажів і підземних вод, які можна використовувати для зрошення. Потрібно провести інтенсивні будівельні роботи, щоб зробити дренаж досконалим.

Інший приклад стосується трав'яного покриття полів для боулінгу. Повинен бути хороший дренаж ґрунту для забезпечення сухості поверхні, тому що в умовах підвищеної вологості грати не можливо. Для футболу, регбі та хокею на траві також потрібні хороші дренажні системи для утворення нормального зеленого газону. Таким чином, осушення великих земельних площ призвели до змін структур ґрунту і утворення абсолютно нових штучних ґрунтів. Щоб уникнути перерви у грі під час дощу, варто встановлювати додаткові дренажні системи, а також скоротити ущільнення наскільки це можливо.

Міські центри характеризуються щільною забудовою та великою площею автомобільних доріг, а зелені насадження займають невелику площу. Також під вулицями на невеликій глибині щільно прокладені комунікації, за таких умов корінням рослин часто ніде рости. Для поліпшення умов життя жителів міста були створені зелені сади на дахах будинків і на штучних майданчиках. При створенні зеленої криши потрібно звертати увагу на її розміри і характеристики ґрунту. Крім того, слід використовувати достатній об'єм ґрунту для створення зеленних насаджень метрополітену, підземних парковок, а також тротуарів міст (табл. 9.1).

Немає жодних сумнівів, що ґрунти зелених садів на дахах можуть бути віднесені до штучного ґрунту. Дахи, покриті травою, значно знижують кількість забруднюючих стоків і знижують температуру в місті. Але вони з часом накопичують різні забруднюючі речовини з повітря та опадів. У забрудненні ґрунту також можуть приймати участь деякі покрівельні матеріали, наприклад, бітумні (поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАУ)).

Таблиця 9.1 Принцип побудови зеленого саду на даху

Рівень	Характеристика	Види/матеріал
Рослини першого рівня	Стійкі до сухості, освітлення, вітру, а також морозу з мінімальним рослинним покривом 60%	Очиток, гвоздика, запашні трави, злаки (костриця, багаття), сосна (Pinus Mugo)
Другий рівень субстрат	Високу вітрову потужність, висока ємність катіонного обміну, стійкість до дефляції, ерозії	суміші щебеню/пемзи, кори, мульча, компосту
Третій рівень дренажний шар	Дренажні системи	Поліетилен/полістерен
Четвертий рівень захисний шар (гідроізоляційний)	Непроникний для коріння, дуже тонкий	Поліетилен або бітум

Також сади дахів є енергозберігаючими, оскільки вони зменшують втрату тепла в зимову пору року і сприяють приємному клімату в приміщенні в спекотне літо. Крім того, вони поглинають пил та інші забруднювачі повітря, нарешті, є середовищем існування для посухостійких рослин.

Будівництво зелених плантацій на дахах дуже вигідно, оскільки воно не вимагає ретельного догляду. Створення таких плантацій можливо тільки у випадках, коли стійкість будівель гарантована. Іноді вони будуються на будинках банків, міжнародних організацій, лікарень і будинків престарілих та є місцем відпочинку персоналу та мешканців.

9.2. Антросолі

В останньому варіанті міжнародної класифікації WRB (World Reference Base for Soil Resource - Світова Реферативна База ґрунтових ресурсів, 1998) під антросолями також розуміють лише ґрунти, сильно трансформовані або створені в результаті сільськогосподарських заходів, і які діагностуються по одному з антропогенних горизонтів. Антропогенні діагностичні горизонти мають потужність більше 50 см і діляться на:

- Хортіковий (hortic) (від лат. Hortus, сад) - садовий, глибокої культивуації. Хортіковий горизонт – поверхневий горизонт антропогенного походження, який утворився в результаті тривалої рекультивуації, інтенсивного внесення органічних і мінеральних добрив і так само гною, твердих побутових відходів, компостів. Хортіковий горизонт гомогенний за складом, часто присутні сліди оранки;
- Ірагріковий (irragric), (від лат. Irrigare, іригація і ager, поле) – іригаційний орний. Поверхневий мінеральний горизонт потужністю 20 см і більше, що складається з іригаційних наносів. Має рівну поверхню, чітку межу з нижнім шаром похованого під ним ґрунту і більш важкий у порівнянні з ним гранулометричний склад.

- Плагіковий (plaggic) - піщано-грубоорганічний, (від дат. Plag, дернина) – поверхневий мінеральний горизонт чорного або бурого кольору, сформований в результаті тривалого використання добрив. У середньовічні часи дернина використовувалася в якості підстилки для худоби і потім вносилися на поля. Мінеральний матеріал, потрапляв при такому способі добрива у ґрунт, в кінцевому підсумку значно збільшувала потужність горизонту (в деяких випадках до одного метра і більше). Під плагіковим горизонтом звичайно залягає похований ґрунт.

- Антраквіковий (anthraquic) (від грец. Anthropos, людина і лат. Aqua, вода) – поверхневий антропогенно-перетворений ущільнений горизонт потужністю 20 см і більше, що має плужну підшову. Утворюється в умовах змінного окисно-відновного режиму. Плужева підшва має пластинчасту структуру, сильно ущільнена, зустрічаються залозисто-марганцеві новоутворення у вигляді плям по тріщинах і ходам коренів;

- Підстилаючий його «гідрагріковий» (hydragric), (від грец. Hydor вода і лат. Ager, поле) під поверхневий антропогенно-перетворений горизонт потужністю 10 см і більше, що формується під плужною підшовою, в якому присутні ознаки застою вологи, діагностуються по наявності залізомарганцевих новоутворень у вигляді кутан, конкрецій або дифузних стягнень. З'являються при вирощуванні рису в умовах періодичного затоплення.

Всі перераховані діагностичні горизонти називаються антропогенними і утворюються в результаті різних видів агрокультурної діяльності людини – глибокої обробки, внесення великих доз добрив (в основному органічних), додавання чужорідних органічних і мінеральних субстратів, іригації або вирощування рису. На території міста частіше зустрічається два типи антросолей - плагіковий і хортіковий.

Плагікові ґрунти міста знаходяться в основному в приміській зоні. Більшість плагікових ґрунтів мають піщану текстуру та характеризуються чорним або темно-сірим кольори і вмістом гумусу 1-8%, а рідше – суглинкові або супіщанні плагіни. Горизонти мають колір від темно до жовтуватого-коричневого з більш низьким вмістом гумусу 1-3%. Характерні властивості цих ґрунтів – це високий вмісту фосфору і наявність антропогенних артефактів, таких як шматків кераміки та фрагментів цегли.

Вивчення плагікового ґрунту міста показало, що для них характерні такі властивості:

- високий вміст алевриту, глини і гумусу горизонтів (0-60 см) призвели до збільшеної вологості цього ґрунту в порівнянні з пісками підґрунтя;
- незважаючи на інтенсивне внесення органічного добрива при формуванні цього ґрунту, вони класифікуються як порушені, оскільки постачання макроелементами порушено;
- доставка гумусу до плагінів горизонту також класифікується як недостатня, в основному вуглець ґрунту має походження від гумусу, і тільки незначна його частина в більш низьких шарах – це вуглець деревного вугілля;
 - ґрунт має кислу реакцію (низькі значення рН);
 - не спостерігається забруднення ґрунту важкими металами або ПАР

У той час як плагін ґрунтів, характерних для місць на периферії міських агломерацій, які раніше використовувалися в сільськогосподарських цілях протягом тривалого часу, хортікові (садові) ґрунти присутні на міських територіях також. У житлових районах, де знаходяться зелені насадження, сформувалися садові ґрунти, що використовуються для вирощування декоративних рослин і овочів. У садових ґрунтах гуміновий шар ґрунту має звичайно товщину небільше 40

см, ґрунт містить гумус в результаті безперервного внесення компосту людиною, органічних добрив і т.д., характеризується підвищеною біологічною активністю і піддається регулярним процедурам розпушування. Властивості садових ґрунтів також простежуються в



Рис. 9.1. Типовий плагіковий ґрунт в районі Оснабруку, Німеччина (Один поділ вимірювання = 10 см)

ґрунтах парків і вказують на їх довгу історію. Вміст органічної речовини в садових ґрунтах становить 0.97-1.53%, а відношення C/N – приблизно 19. Однак садові ґрунти міста можуть бути забруднені важкими металами в результаті випадання пилу різного походження з повітря. Утворення пилових частинок пов'язано не тільки з спалюванням твердого палива на теплоелектростанціях, але і в результаті спалювання побутового сміття. Важкі метали (мідь, свинець, цинк, хром та інші) з ґрунту переходять в органи і тканини рослин. В результаті цього міські рослини, що використовуються для озеленення, накопичують значні кількості важких металів у різних частинах тіла.

9.3. Техногенні ґрунти (техносолі).

Техногенні та міські ґрунти входять, згідно WRB, до групи слаборозвинених літогенних ґрунтів на пухких породах – регосолей (Regosols), що включають слаборозвинені ґрунти, як на природних, так і на антропогенних субстратах. Серед описаних у класифікації типів діагностичних матеріалів, тобто материнських порід, на яких можуть утворитися регосоли (наприклад, сульфідні, алювіальний або кальцієвий) присутні «антропогеоморфні ґрунтові матеріали»:

- урбік (urbic) – міські;
- гарбік (garbic) – побутового сміття;
- сполік (spolic) – відходи промислових та гірничо-видобувних-приємств;
- редуктік (reductic) – з поточними відновними процесами;
- арік (aric) - землеробські.

До техногенних (сполік) відносяться ґрунти, що знаходяться в сфері впливу підприємств паливно-енергетичного комплексу та гірничодобувної промисловості. Техногенні ґрунти містять у собі змінені вихідні ґрунти, молоді ґрунти на оголених і насипних субстратах, штучні ґрунти, створені в ході рекультивації земель, порушених видобутком корисних копалин. Спектр техногенних змін ґрунтів і ґрунтового покриву досить широкий. Мінімальні зміни можуть не виражатися в морфології ґрунтового профілю, а виявляються тільки аналітичними методами, максимальні припускають повне знищення ґрунтів і створення нових.

Техногенні ґрунти утворюються під впливом промислової діяльності людини. Для них характерно часткове або повне механічне порушення профілю, нерідко супроводжується хімічним забрудненням.

Порушення ґрунтового профілю проявляються в межах верхньої 5-50-сантиметрової товщі. У профілі продовжують функціонувати серединні

і нижні горизонти, а верхні можуть бути частково «розбавлені» техногенним матеріалом, близьким за властивостями природному.

Верхні 50 см можуть бути сформовані різними шляхами:

- 1) перемішуванням техногенного матеріалу з вихідними генетичними горизонтами;
- 2) акумуляцією аеротехногенних і делювіальних техногенних наносів;
- 3) відкладенням насипних техногенних субстратів на зрізаному або похованому ґрунті.

Інша група техногенних ґрунтів об'єднує ґрунти з сильним забрудненням, що призводить до появи нових ґрунтів, окремих горизонтів, розвитку особливих явищ і ознак. У той же час, виділяються ґрунти, забруднення яких (радіонуклідами, газами, важкими металами та ін.) не викликає помітних морфологічних змін, але порушує природне функціонування ґрунту і становить під загрозу здоров'я людей. Морфологічний профіль в цих ґрунтах повністю зберігається.

Інтенсивна діяльність людини в межах великих міст призводить до істотних і часто необоротних змін навколишнього природного середовища: зазнає змін рельєф і гідрографічна мережа, природна рослинність змінюється створеними людиною фітоценозами, формується специфічний тип міського мікроклімату, за рахунок збільшення площ забудови і штучних покриттів знищується або сильно змінюється ґрунтовий покрив. Все це призводить до утворення специфічних ґрунтів і ґрунтово-подібних тіл.

У широкому розумінні міський ґрунт – це будь-який ґрунт, функціонуючий в навколишньому середовищі міста. В даний час, прийнято наступне визначення:

Міський ґрунт - це антропогенно-змінені ґрунти, що мають створений в результаті людської діяльності поверхневий шар потужністю

більше 50 см, отриманий перемішуванням, насипання, похованням або забрудненням матеріалу урбаногенного походження, у тому числі будівельно-побутовим сміттям.

Спільні риси міських ґрунтів:

- материнська порода – насипні, наливні або перемішані ґрунти або культурний шар;
- включення будівельного і побутового сміття у верхніх горизонтах;
- нейтральна або лужна реакція (навіть в лісовій зоні);
- висока забрудненість важкими металами і нафтопродуктами;
- особливі фізико-механічні властивості ґрунтів (знижена вологоємність, підвищена об'ємна маса, твердість, кам'янистість);
- зростання профілю вгору за рахунок постійного привнесення різних матеріалів та інтенсивного еолового напilenня.

Всі перераховані вище властивості окремо ми знаходимо і у позаміських ґрунтах, наприклад, у вулканічних, алювіальних. Специфіка міських ґрунтів полягає у поєднанні перерахованих властивостей.

Для міських ґрунтів характерний діагностичний горизонт «урбік» (від слова urbanus – місто) – специфічний горизонт міських ґрунтів.

Горизонт «урбік» – поверхневий органо-мінеральний насипний, перемішаний горизонт, з урбоантропогенними включеннями (більше 5% будівельно-побутового сміття, промислових відходів), потужністю більше 5 см.

Характеристика горизонту урбік:

- Розташування і вік – формується в містах та населених пунктах протягом століть, але може бути сконструйований при утворенні газонів, скверів тощо.
- Ґрунтоутворюючим матеріалом служить культурний шар, насипні або перемішані ґрунти і фрагменти (осколки) природних ґрунтів.

- Колір – різні відтінки темно-бурих тонів.
- Склад – пухкий, шаруватий; верхня частина буває переутовщина через підвищення рекреаційного навантаження.
- Гранулометричний склад – переважає легкий або полегшений за рахунок включень.
- Структура виражена слабо.
- Кам'янистий – за рахунок будівельно-побутових включень.
- Характерне наростання горизонту вгору за рахунок пилових випадін з атмосфери і антропогенного привносу матеріалу.
- Спостерігається висока варіабельність властивостей в горизонті за текстурою, щільністю складання, по великій кількості включень, за хімічними властивостями.

- Величина рН переважно більше 7.

Присутність горизонту «урбік» є основною відмінністю власне міських ґрунтів від природно-історичних.

Ґрунти в межах міста володіють певними специфічними властивостями, найбільш типовими з яких є:

- наявність включень будівельно-побутового сміття;
- підвищена твердість;
- тренд в сторону підвищеної лужності;
- накопичення техногенних речовин;

Типові для центру старого міста ґрунти – урбаноземи на стародавньому культурному шарі, характеризується потужним темнофарбованим органічним горизонтом – урбік, відсутністю вираженого перехідного горизонту і елювіально-іллювіальною диференціацією профілю. Профіль міського ґрунту часто росте вгору за рахунок напilenня або антропогенного надходження матеріалу.

Урбаноземи - генетично самостійні ґрунти, що володіють як ознаками зональних педогенних процесів, так і специфічними

властивостями. Для них характерний поверхневий органо-мінеральний насипний, перемішаний горизонт з урбоантропогенними включеннями, зрозумілий як особливе природно-антропотехногенне утворення.

9.4. Екологічна роль міських ґрунтів

Відомо, що ґрунтоутворюючі процеси є результатом впливу на ґрунт інших природних середовищ (атмосфера, ґрунт, жива речовина), перетворення і пересування речовин у ґрунті. У міському ґрунті, на відміну від природно-історичних ґрунтів, з'являються нові компоненти, енергетичні і речові зв'язки, властиві урбанізованим екосистемам.

Ґрунти, що формуються в урбоекосистемах, аналогічно природним ґрунтам, виконують роль базисної складової, в них замикаються біогеохімічні кругообіги речовин, відбувається біохімічне перетворення культурного насипного шару, трансформація поверхневих вод в ґрунті, вони є поживним субстратом для рослин. Ґрунт служить банком насіння, регулятором газового обміну і т.д.

Міські ґрунти виконують в місті різноманітні екологічні функції.

Головними функціями міський ґрунту є:

- продуктивність, тобто придатність для зростання зелених насаджень;
- здатність сорбувати в товщі забруднюючі речовини;
- здатність утримувати їх від проникнення в ґрунті води;
- здатність перешкоджати надходженню муло-пилуватих частинок

в

міське повітря.

Роль ґрунту в місті істотна і різноманітна. Виконуючи важливі утворюючі функції, ґрунт змінює хімічний склад атмосферних опадів і підземних вод, він є універсальним біологічним адсорбентом, постачальником і регулятором вмісту CO_2 , O_2 , N_2 в повітрі.

Грунт в місті є хорошим поглинальним бар'єром газових домішок, у тому числі, що надходять від автотранспорту, ТЕЦ, заводів тощо, він також регулює газовий склад атмосфери шляхом виділення та поглинання газів (метан, аміак, вуглекислий газ та ін.).

Завдяки певним біогеохімічним властивостям і величезною активною поверхнею тонкодисперсної частини грунт перетворюється на «депо» токсичних з'єднань і одночасно стає одним з найважливіших біогеохімічних бар'єрів для більшості сполук (ТМ, надлишки мінеральних добрив, пестициди, нафтопродукти тощо) на шляху їх переходу з атмосфери міста в ґрунтові води і річкову мережу. Але в деяких випадках грунт сам стає джерелом забруднення.

Одна з основних вимог до ґрунтів у містах – забезпечення оптимальних умов зростання зелених рослин. При достатній забезпеченості міських ґрунтів основними поживними елементами, лімітуючим фактором ґрунтової родючості та існування рослин слід вважати високі значення рН (> 7,0), переущільнення і забруднення ВМ, вуглеводнями та іншими токсичними речовинами.

Таким чином, у містах антропогенний фактор ґрунтоутворення переважає над природними, що викликає формування специфічних типів ґрунтів і ґрунтоподібних тіл. Міські ґрунти створені постійно протікаючими процесами перемішування, насипання тощо.

9.5. Антропогенне руйнування земельних угідь та їх рекультивация

У сучасних умовах інтенсивність перетворюючого впливу суспільного виробництва на природні ландшафти досягла такого рівня, при якому негативні наслідки істотно впливають на природні процеси й середовище проживання людини. Безперервний розвиток промислового

виробництва приводить до руйнування ґрунтового покриву. Його викликають різні види діяльності людини.

Видобуток корисних копалин відкритим способом супроводжується утворенням кар'єрів, відвалів, териконів, які порушують рослинний і ґрунтовий покриви, гідрологічний і гідрохімічний режими території. Для збереження ґрунтового покриву в цьому випадку рекомендовано селективне вилучення й складування гумусних горизонтів ґрунтів для наступного відновлення порушених територій.

Підземний видобуток корисних копалин згодом приводить до розвитку просадних явищ, зміни рельєфу й гідрологічного режиму території. Видобуток нафти веде до забруднення ґрунту сирою нафтою, нафтовими водами, пластовими водами.

Промислове і цивільне будівництво ліній електропередач, дорожнє будівництво супроводжується повним руйнуванням ґрунтового покриву й безстроковим вилученням земель із сільськогосподарського виробництва.

На більшій частині земель, що вилучаються, відбувається руйнування або омертвляння ґрунтового покриву, що, в остаточному підсумку, приводить до зрушення екологічної ситуації в негативному напрямку. Техногенні ландшафти, що утворюються на місці порушених земель, як правило, не мають здатність до самовідновлення. Якщо ж ця здатність збережена, то на відновлення природнім шляхом необхідні десятки або сотні років. У зв'язку із цим, встала проблема їх відновлення. Рекультивация ландшафтів (лат. recultivo, де re – приставка, означає – повторність, поновлення й cultivo – обробляю) – комплекс організаційних, інженерно-технічних і біологічних заходів, спрямованих на відновлення господарської (промислової), медико-біологічної й естетичної цінностей порушених ландшафтів. Повне відновлення порушеного природнього покриву штучним шляхом неможливо в принципі, тому що ґрунт відноситься до невідновлюваних природних ресурсів. Оскільки відчуження

земель і порушення ґрунтового покриву обумовлене виробничою необхідністю, то повністю зупинити цей процес також неможливо, але можна регулювати й зводити до мінімуму негативні наслідки шляхом відновлення ландшафтної обстановки подібної колишньої. При цьому ставиться завдання – створити оптимальний для конкретної території ландшафт, який буде успішно виконувати ресурсопродукуючі, середовищепродукуючі і природоохоронні функції. Розробка методів рекультивації земель неможлива без знання динаміки екологічних умов у процесі техногенного впливу, без прогнозування їх змін у майбутньому. Це, у свою чергу, вимагає проведення системних екологічних досліджень із одночасним вивченням закономірностей формування ґрунтового покриву, рослинності і фауни залежно від геоморфологічних, літологічних, гідрологічних і зонально-кліматичних умов. Багатобічний вплив техногенеза на природні ландшафти й різний ступінь його вираження (відповідна реакція екосистеми) не дозволяють однозначно підходити до вирішення питань рекультивації земель. Не завжди виявляється доцільним відновлення тих комплексів, які були до порушення, тим більше що при сучасній технічній перебудові ландшафтів з'явилася можливість поліпшення умов навколишнього середовища, виправлення порушень у системі природного екологічного балансу.

Застосовуються в основному два способи рекультивації. Перший спосіб – проведення багаторічних фітомеліорацій із внесенням органічних добавок і мінеральних добрив. Другий спосіб – нанесення на потенційно родючі ґрунти родючого шару ґрунту з наступними фітомеліораціями, внесенням органічних і мінеральних добрив. Вибір напрямків рекультивації визначається кінцевим використанням порушених земель. Їх вибирають на основі комплексного обліку наступних факторів: природні умови району розробок (клімат, геологічна будова, рослинність, ґрунти); стан техногенних земель до моменту рекультивації (характер техногенного

рельєфу, ступінь природнього заростання тощо); мінералогічний склад; водно-фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості порід і їх класифікація по придатності для біологічної рекультивації; інженерно-геологічні й гідрологічні умови; господарські, соціально-економічні й санітарно-гігієнічні умови; термін служби рекультивованих земель (можливість повторності порушень і їх періодичність); технологія й механізація гірських будівельно-монтажних робіт.

Рекультивація земель здійснюється звичайно в кілька етапів.

Перший – *підготовчий*. Він містить у собі обстеження й типізацію порушених земель, вивчення специфіки їх природних умов (геологічної будови, складу порід, придатності їх до біологічної рекультивації й іншим видам використання, прогноз динаміки гідрогеологічних умов), визначення напрямків рекультивації й цільового використання рекультивованих земель, установлення вимог до наступних етапів рекультивації; складання техніко-економічного обґрунтування й робочих проектів і планів.

Другий етап – *гірничотехнічний*. Він включає заходи, направлені на підготовку території до подальшого використання. Сюди входить планування поверхні, формування родючого шару ґрунту на сплановану поверхню, прокладання необхідних доріг, каналів, колекторно-дренажної мережі, створення ложа водойми тощо. Кінцева стадія цього етапу – укладання на вирівняну поверхню родючого шару ґрунту потужністю 0,3-0,5 м .

Третій, *біологічний*, етап – це комплекс заходів щодо відновлення родючості порушених земель. До нього відноситься комплекс агротехнічних і фітомеліоративних заходів, спрямованих на поновлення флори й фауни, цільове використання рекультивованої території. Головними культурами є бобові й злакові трави. Разом з ними для

прискорення процесів відновлення біологічної активності часто вносяться біологічно активні органічні препарати.

Загальна тривалість періоду, протягом якого здійснюється весь комплекс рекультиваційних робіт, становить десять років і більше.

Розрізняють наступні основні напрямки рекультивації техногенних ландшафтів залежно від наступного цільового використання.

1. Сільськогосподарське – створення на порушених землях ріллі, садів, лугів і пасовищ.

2. Лісогосподарське – створення лісонасаджень цільового призначення (грунтозахисних, водоохоронних та інших), експлуатаційного значення, лісопарків для рекреаційного використання.

3. Профілактичне (озеленення і санітарно-гігієнічне) – озеленення і консервація відвалів, що забруднюють навколишнє природне середовище, озеленення промислових майданчиків.

4. Створення водойм різного призначення (водорегулюючих басейнів, водоймищ, спортивних басейнів, ставків для розведення риби, тощо).

5. Житлове й капітальне будівництво на порушених територіях.

Усі зазначені напрямки взаємозалежні й найчастіше здійснюються одночасно в процесі оптимізації порушених ландшафтів.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. *Що таке «антропогенно змінені ґрунти»?*
2. *Яка різниця між атропогенними та антропогеннозміненими ґрунтами?*
3. *Що таке антросолі та назвіть їх особливості?*
4. *Що таке техносолі та назвіть їх особливості?*
5. *Дайте визначення горизонту «урбiк»*
6. *Назвіть спільні властивості міських ґрунтів*

7. *Яка екологічна роль міських ґрунтів?*
8. *Що таке рекультивація? Які є види рекультивації ґрунтів?*
9. *Назвіть основні етапи рекультивація міських земель?*
10. *Назвіть основні напрямки рекультивації техногенних ландшафтів залежно від наступного цільового використання?*

10. ЗЕЛЕНА ЗОНА МІСТА

10.1. Забруднення атмосфери і проблеми формування зелених насаджень

Погіршення стану лісів – одна із найважливіших сучасних проблем лісового господарства багатьох країн Західної Європи, про що свідчать численні дослідження в Німеччині, Австрії, Чехії, Польщі тощо. Так, у 70-і роки почалося масове відмирання лісів у Баварії. Першою стала всихати ялиця біла, потім – ялина, сосна, бук і дуб. За офіційними даними, в 1982 р. у ФРН загинуло 8% лісу, з інших джерел - 1/3. Причина хвороби комплексна, але головною зазначається забруднення середовища. В наведеній редакційній статті особливо наголошувалося, що ліс потрібно рятувати, без нього ФРН як індустріальна нація нежиттєздатна.

Результати інвентаризації 1985 р. засвідчили про пошкодження 70% баварських альпійських лісів. Причина пошкоджень науковцями пов'язується із забрудненням повітря, проте детальний механізм його дії залишається не з'ясованим. Відомо, що забруднення середовища веде до розбалансування тисячоліттями установлених зв'язків між компонентами біогеоценозу. Утворення надлишку азоту у ґрунті внаслідок антропогенних впливів (у т.ч. й забруднень) призводять до редукції функціональної ролі мікроорганізмів. Змінюється співвідношення у системі "корені – стовбур та крона дерев". Слабкий розвиток коренів при надлишку азоту спричинює порушення нормальної роботи фотосинтетичного апарату крони, не забезпечується надходження інших елементів живлення, наприклад Са, Mg тощо. Погодні і кліматичні аномалії, пряма дія забруднення середовища посилюють перебіг подібних процесів і можуть призвести до стресових ситуацій в лісових екосистемах, наслідком яких, можливо, і є пошкодження лісів, що проявляються нині у великих масштабах на території Європи.

Станом на 1984р. 1/3 лісів Західної Німеччини перебувала під загрозою загибелі. Основною причиною визнавалося забруднення повітря

промисловими токсикантами і вихлопними газами автомобілів.

За узагальнюючою оцінкою Ладвіга Зіґріда, ліси ФРН станом на 1988 рік були значною мірою пошкоджені, хоча мали місце як поліпшення, так і погіршення стану насаджень, залежно від породи і умов місцезростання. Деяке зниження рівня пошкоджень чи його стабілізація пояснюються відносно сприятливими погодними умовами 1988 р. У критичному стані, як і раніше, перебували старі насадження (особливо у високогірних районах Гарца і Альп).

В Австрії уже на початку 80-х років проблема забруднення атмосферного повітря відтіснила всі інші проблеми захисту лісу. Загальна площа лісів, що перебували на той час під дією промислових забруднень, сягала 200 тис. га. У переліку забруднювачів повітря, окрім SO₂, значились оксиди N, HF, магнезитовий пил та ін. Як наслідок забруднення повітря фіксувалося поступове зникнення з лісів ялиці та ослаблення росту сосни і ялини. На організованій австрійським радіо дискусії, стан лісів у країні було одноставно оцінено як загрозовий.

Погіршення стану лісів фіксувалося й у Швейцарії (1986-1987 рр.). Службою лісових досліджень і захисту ландшафтів найважливішою причиною такого стану визнавалося забруднення атмосфери, водночас відмічалось, що мали місце і пошкодження морозом, комахами, патогенними грибами тощо. В цілому в гірських районах ушкодженість дерев була вищою, ніж у рівнинних.

Проблема пошкодження лісу промисловими емісіями уже протягом десятиліть привертає увагу дослідників Чехії. Промислові викиди SO₂ вважалися головним фактором пошкодження лісів, тому передбачалися заходи щодо зменшення цих викидів на 30% на початок 90-х років — за рахунок скорочення використання кам'яного вугілля тощо.

Процеси деградації лісів охопили й лісові масиви Словенії, Польщі, Франції.

Проблема атмосферного забруднення лісів не обійшла і країни Північної Європи. Так, у Швеції за 60 років спостережень зафіксовано закислення ґрунту антропогенного походження (окрім природного, внаслідок розвитку лісових фітоценозів), зміни в мінеральному живленні рослин, збіднення ґрунтового покриву, зникнення мохів, лишайників і грибів. Зростає чутливість дерев до морозів, засухи, патогенів. Значні збитки несе Фінляндія із-за втрати деревини внаслідок атмосферного забруднення.

Від погіршення екологічного стану навколишнього природного середовища під впливом його забруднення викидами промислових підприємств і транспорту потерпають й ліси України. Україна залишається однією з найнеблагополучніших в екологічному відношенні країн Європи.

Європейська проблема погіршення стану лісів під дією забруднення атмосфери промисловими викидами є актуальною і для США. У цьому процесі велика роль відводиться «кислим опадам» та дослідженням фізіологічного й екологічного механізмів дії забруднювачів атмосфери на ліси.

Про важливість окресленої проблеми охорони і обліку лісових ресурсів свідчать численні міжнародні форуми, конгреси, конференції. «Відмирання лісу - початок всесвітньої катастрофи» - було головною темою 22-ї наради в Баден-Вюртембергу (ФРН), що відбулася 1985 р. Зростаюче погіршення стану лісів на нашій планеті обговорювалося на XIV Міжнародному ботанічному конгресі (Берлін, 1987). «Забруднення повітря і деградація лісу» - тема 14-ї міжнародної наради (1988 р.) у Швейцарії. У 1997 році прийнято Кіотський протокол до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК), який підписали і ратифікували 189 країн світу. Верховна Рада України 4 лютого 2004 року ратифікувала Кіотський протокол до РКЗК (Закон України від 04.02.2004 № 1430-IV «Про ратифікацію Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну

клімату»), а 23 лютого 2004 року Президент України підписав цей закон. Важливість проблеми засвідчена в численних публікаціях і документах.

Стосовно причин погіршення стану лісів на даний час існує безліч думок, висновків, гіпотез. Головною причиною відмирання лісів у Атлантичному регіоні є атмосферні забруднювачі. Науковці поділяють взаємодію між забруднювачами повітря і лісовими екосистемами на 3 класи. Середні дози поллютантів (2-й клас взаємовідношень) призводить до зниження життєздатності окремих видів чи індивідуумів, порушення метаболізму, підвищення схильності до дії шкідників і фітопатогенів.

До 1982 р. пошкодження лісів розглядалось як наслідок дії кислотних дощів, але з того часу уявлення про причини цих пошкоджень суттєво розширилися. На підставі тривалих спостережень було встановлено, що загибель лісів зумовлюється не тільки «кислим дощем», а й озоном, який активно утворюється під впливом сонячної радіації.

З введенням нового поняття «новоз'явлені пошкодження лісів» їхніми причинами стали вважати не лише SO_2 , але й фітооксиданти і O_3 , а також порушення ґрунтового живлення рослин. Вважається, що короткостроковою причиною погіршення стану лісів є зміна клімату, а довгостроковою – збільшення концентрації O_3 в атмосфері протягом кількох останніх десятиріч, особливо після 1984 р., а також втрати поживних речовин у ґрунті під дією кислотних дощів. Негативний вплив озону посилюється кліматичними флуктуаціями і висотою місцевості, але відмічається вже при концентрації більше 100 частин на мільярд. Висловлюється нова гіпотеза про те, що озон взаємодіє з етиленом, який виділяється рослинами у відповідь на стресові ситуації і утворює активні радикали, які й пошкоджують клітини рослин. Є повідомлення про виділення оксидів азоту з ґрунту і утворення озону в лісі. Водночас дослідниками обґрунтовується необхідність продовження зазначених досліджень для більш точного встановлення ролі лісу в продукуванні O_3 .

Високі концентрації озону виникають в областях із сильною загазованістю особливо з вуглеводнів і оксидів азоту під дією сонячного світла. В такому забрудненому повітрі концентрації озону досягають від 0,07 до 0,21 ppm (ppm= 1 мг на 1 кг повітря). Концентрація 0,05 ppm шкідлива для рослин (викликає хлороз і некрози), тварин і людини. Встановлено, що O_3 і перекиси терпенів можуть бути важливими компонентами в комплексі причин ушкодження лісів, причому за взаємодії з іншими токсикантами їхня токсичність зростає.

Деякі науковці вважають, що відмирання лісів є результат комплексної, синергічної дії різних біотичних і абіотичних факторів, серед яких забруднення повітря має вирішальне значення. Вказується на негативний вплив на ліс SO_2 , NO_x , особливо їх фотохімічних реакцій з O_3 , сполук важких металів та інших шкідливих для життя лісу речовин, що викидаються в повітря промисловими підприємствами. Серед більше ніж 20 існуючих гіпотез стосовно причин ушкодження лісу гіпотези емісії й інфекції дають пояснення частині симптомів ушкодження, а тому дослідження мають продовжуватися.

Кислі опади в поєднанні з солями токсичних металів, O_3 і випаданням твердих сульфатів і нітратів вступають у синергічну взаємодію з іншими стресовими факторами й негативно впливають на лісові екосистеми.

Основними причинами пошкоджень лісу передусім є емісійні викиди в повітря SO_2 і оксидів азоту, фотооксидантів (O_3), потім «кислі» дощі, закислення ґрунту, «вимивання» елементів живлення (Mg і Ca) із хвої й листя, а також з ґрунту, утворення чи вивільнення токсичних речовин. Проаналізовано також і інші фактори пошкодження лісу: руйнування хлорофілу під дією ультракороткохвильового випромінювання, радіоактивність, радіо- та радарні хвилі, віруси, бактерії. Проте стратегічною ціллю захисту навколишнього середовища є скорочення

джерел забруднення. Стан лісів являє собою індикатор неблагополучного стану навколишнього середовища.

Повідомляється про високу токсичність триалкілового свинцю (R_3Pb) та його можливу роль у процесі загибелі лісів, особливо в поєднанні з атмосферними опадами, в яких він присутній у високих концентраціях. Значної шкоди лісу може заподіяти навіть у невеликих концентраціях триетилсвинець, який у 100-1000 разів токсичніший для рослин, ніж SO_2 чи NO_x . У 1984 р. вчені Інституту медичних досліджень у Гайдельбергу (ФРН) виступили з припущенням, що триетилсвинець може бути основним, якщо не єдиним, фактором масових пошкоджень лісів. Правда, проти цієї гіпотези незабаром були висловлені й заперечення.

Окрім промислових викидів та інших забруднень атмосфери, важливу роль у загибелі лісів відіграють первинні й вторинні хвороби та шкідники лісу. Було обґрунтовано механізм опосередкованого впливу повітряних забруднювачів на ліс через збільшення популяцій шкідників і грибів, що викликають хвороби дерев. Було виявлено групи грибів, які не є патогенними за нормальних умов, але при повітряному забрудненні активізуються, викликаючи опадання листя та руйнування деревини.

Серед природних (окрім антропогенних) факторів, що негативно впливають на ліси, вказуються крутизна схилу, висота над рівнем моря, рН ґрунту тощо. Швидкість вітру є важливим фактором пошкодження лісів діоксидом сірки. Встановлено синергічний ефект емісій SO_2 і швидкості вітру, морозів, дефіциту вологи, густоти деревостану та підліску.

Суттєву небезпеку для лісу становить і забруднення ґрунту. Промислові емісії викликають складні хімічні процеси: втрату елементів живлення, підвищення кислотності, забруднення іонами важких металів, погіршення якості ґрунтових вод. Різко знижується рН, насиченість ґрунту Са й Mg, підвищується вміст Al і Fe у ґрунтовому розчині зі зміщенням у бік переважного вмісту в ньому аніонів. Усе це загрожує стабільності

лісових екосистем. Шкідлива дія ґрунтових забруднювачів тим сильніша, чим нижчий природний рН ґрунту та його буферна здатність. Ліси на сухих, піщаних ґрунтах ушкоджуються сильніше, ніж на більш вологих глинистих і особливо карбонатних.

На підставі огляду досліджень причин усихання лісу в Європі та проаналізувавши різноманітні фактори –кліматичні, антропогенні, патогенні, повітряні забруднювачі, кислотні відкладення, науковці дійшли висновку, що в найбільшому ступені усихання лісів проявляється під час дії кислотних відкладень. Механізм їх дії полягає в інтоксикації ґрунту важкими металами і вилуговуванні основ, що призводить до дефіциту поживних речовин.

Встановлено значні зміни властивостей ґрунту біля окоренків дерев бука, куди потрапляє дощова вода, що стікає по стовбурах із розчиненими в ній SO_2 та іншими домішками; спостерігається сильне підкислення – біля стовбурів дерев у ґрунт потрапляє орієнтовно в 10 раз більше забруднювачів, ніж на іншу площу. Стік зі стовбурів пригнічує трав'яний покрив насаджень.

Проф. Б. Ульріх відмічає дві фази в житті лісових екосистем під впливом промислових емісій: фази накопичення забруднюючих речовин у тканинах деревних рослин і в ґрунті та фази видимої дії цих речовин на рослини і життєві процеси, що відбуваються в них. Уже на першій фазі, як правило, посилюється вимивання із ґрунту N, Ca і Mg, що викликає порушення процесу живлення дерев і уповільнення їх росту. Водночас спостерігається різке підвищення кислотності ґрунту і накопичення в ньому іонів Al та важких металів, які пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів і ушкоджують дрібні корені дерев. Дерева при цьому втрачають здатність регулювати надходження із ґрунту води і поживних речовин та стають чутливими до морозів і патогенних захворювань. У другій фазі відбувається повне чи часткове відмирання живих тканин чи

дерев і в кінцевому результаті – порушення лісових екосистем в цілому, що становить велику небезпеку не тільки для лісового господарства, але і для суспільства взагалі.

Забруднення призводить до порушення складу і зменшення числа видів ґрунтових мікроорганізмів, що небезпечно для нормального функціонування лісових ґрунтів. Руйнування симбіотичних зв'язків з мікоризою спричинює погіршення забезпечення їх вологою і елементами живлення, захисту коренів від первинної інфекції. Під впливом забруднення водних екосистем відбувається пригнічення різних груп мікроорганізмів та фауни аж до їх знищення.

За свідченнями австрійських дослідників, в ушкоджених екосистемах порушується симбіоз дерев і ектотрофної мікоризи, знижується заселеність нею коренів, зменшується генетичне різноманіття мікоризних грибів.

Емісії впливають на своєрідні мікроценози не тільки в ризосфері, але і в філосфері та фелосфері дерев, що може сприяти розвитку захворювань дерев.

Під впливом емісійних речовин на ґрунт істотно змінюється склад і динаміка живого ґрунтового покриву. З'являються й інтенсивно поширюються асоціації рослин-агресорів з відкритих просторів.

Глобальні зміни навколишнього середовища загрожують видовому різноманіттю флори і фауни лісів. Генетична уразливість є особливо актуальною для культурних рослин.

Наведений огляд робіт засвідчує неабияку актуальність наукових розробок, спрямованих на призупинення процесів деградації лісів та їх оздоровлення.

Оскільки емісії визнаються головною причиною масової загибелі лісів, першочерговим завданням є зниження рівня антропогенного забруднення повітря. Контроль за їх дією в лісах повинен стати головним

завданням державної політики лісових установ і лісового господарства.

Важлива роль відводиться лісівничим методам, таким як інтенсивний догляд за молодниками, їх розрідження з метою ослаблення кореневої конкуренції, в першу чергу на бідних ґрунтах, сприяння природному поновленню, особливо у старовікових деревостанах, огорожування насаджень, регулювання чисельності копитних тварин. Великого значення надається питанням необхідності встановлення оптимальної структури лісу, впровадженню принципів лісівництва, близького до природного. При штучному лісовідновленні має бути забезпечена висока приживлюваність. Лісівничий догляд повинен бути спрямований на запобігання всіляким пошкодженням, зокрема від диких тварин, випасання, робиться ставка на проведення сучасних ефективних рубок. Від способу ведення господарства у лісах значною мірою залежить і величина збитків від масового усихання дуба.

У Швейцарії визначені основні напрями ведення лісового господарства в умовах забруднення середовища: створення змішаних насаджень, добір деревних порід, догляд, продуктивність, раціональне лісокористування, створення насаджень із багатоступінчастим закритим пологом тощо.

Важливого значення надається добре розвиненим кореневим системам, закладанню насаджень сівбою жолудів чи садінням саджанців з невикороченими коренями у глибокі ями. Добір садивного матеріалу відповідної якості є однією з найважливіших передумов успіху штучного поновлення на зрубках в області антропогенної емісії.

Результати дослідних робіт свідчать про позитивний ефект своєчасного внесення добрив і правильного їх дозування. Навіть невелике підвищення родючості ґрунту сприяє значному збільшенню продуктивності насадження в цілому, тобто використання невеликих доз добрив може підвищити родючість ґрунту і продуктивність насадження на

тривалий період. Для усунення надмірної кислотності необхідне вапнування ґрунтів. Вапнування й підживлення ґрунтів добривами, які містять Mg, поліпшує стан насаджень і веде до їх оздоровлення. Багато уваги приділяється удобрюванню ґрунтів (внесення магnezії, вапна, фосфатів). Зниження кислотності ґрунтів може бути досягнуто їх мульчуванням зеленою масою скошених трав.

Лісівничі заходи вважаються такими, що мають підпорядковане значення: створення змішаних насаджень, вапнування, удобрювання - все це ефективно лише за умови зниження загального рівня забруднення атмосфери. Радикальне оздоровлення лісів можливе тільки при зниженні рівня забрудненості повітря. Зберегти ліси і зберегти їхні екологічні функції можна шляхом обмеження забруднення атмосфери. Емісії – головна причина масової загибелі лісів, і без різкого зниження загазованості всі інші заходи марні.

10.2. Роль зелених насаджень в оздоровленні довкілля

В останні десятиріччя у зв'язку з посиленням урбогенного і техногенного навантаження на довкілля виокремився і набув загального визнання стратегічний курс на оздоровлення навколишнього природного середовища шляхом якнайефективнішого використання потенційних можливостей наземної рослинності, насамперед лісів, садів, парків, інших озеленювальних і захисних насаджень як фітомеліорантів середовища.

Ліси по праву визнаються одним із основних регулюючих факторів екологічної рівноваги біосфери. В усі історичні часи ліс безпосередньо впливав на життя і розвиток людського суспільства. В нашу промислову епоху його роль незмірно зростає і навіть набуває нової якості. Лісова рослинність, окрім такої важливої функції як продукування кисню, очищає повітря від пилу, шкідливих мікроорганізмів, радіоактивних та інших шкідливих речовин. Зеленим насадженням належить виключно важлива

роль у формуванні найбільш цілісного гігієнічного і комфортабельного простору для життя і діяльності людини в містах та промислових агломераціях. Нездарма містобудівники прагнуть створити якнайбільше зелених насаджень на території міста, домагаючись максимального наближення їх до помешкань.

Деревні насадження – визнані стабілізатори життєвого середовища, вони збагачують атмосферне повітря киснем, поглинають вуглекислий газ, виділяють леткі речовини – фітонциди, активно виливають на формування мікроклімату: збільшують вологість повітря, захищають від вітру і сонячної радіації. Деревя, кущі і квітникові рослини посідають важливе місце в архітектурно-художній виразності міста та є невіддільною компонентою сучасного містобудування.

10.2.1. Атмосфероочисна функція деревних рослин

Роль зелених насаджень у захисті повітря від забруднення пилом і газом надзвичайно велика, що засвідчується численними дослідженнями. Ліси ж визнаються одним з найбільш ефективних факторів збереження стійкого функціонування природних ландшафтів в умовах антропопресії та локалізації радіоактивного забруднення.

Лісостани більш за все підходять для фільтрації повітря та очищення його від пилу і кіптяви. Крони ялинових деревостанів щорічно поглинають 32 т/га пилу, соснових – 36, дубових – 56, букових – 63 т/га. 1 га хвойного лісу затримує від 32 до 36 т пилу. Зелені насадження в середньому за вегетаційний період можуть затримати до 40-60 т пилу. У 1 м³ повітря індустріальних центрів міститься 100-500 тис. часток пилу і сажі, а в лісі їх майже в 1000 разів менше.

Фільтруюча роль деревних насаджень пояснюється тим, що одна частина газів поглинається в процесі фотосинтезу, інша - розсіюється у верхніх шарах атмосфери завдяки вертикальним і горизонтальним

повітряним потокам, що виникають у зв'язку з перепадом температури повітря на відкритих і покритих рослинністю ділянках,

Одним із механізмів впливу зелених насаджень на очищення повітря від забруднювачів є механічна (гальмівна) дія на приземні повітряні потоки. Знижуючи швидкість вітру в приземному шарі, дерева й кущі не тільки перешкоджають подальшому розвіюванню пилу, але й акумулюють його на своєму листі. Таким чином рослини виконують роль природного фільтра.

Наприклад, у повітрі ділянки, захищеної від промислового підприємства лісовою смугою «ажурного» типу, виявилось менше забруднень, ніж на незахищеній ділянці: сірчистого газу – на 14 %, окису вуглецю – на 37, фенолу – на 36 і пилу – на 23 %. На ділянці, захищеній лісосмугою щільної конструкції, забруднень виявилось ще менше: сірчистого газу – на 30 %, окису вуглецю – на 35, фенолу – на 29 і пилу – на 64 %. За вегетаційний період одне доросле дерево нижчеперелічених видів вилучало із повітря таку кількість пилу: в'яз низенький – 28 кг, в'яз шорсткий – 23, верба біла (плакуча форма) – 38, клен гостролистий – 28, ясен зелений – 70, бузок звичайний – 1,6, аморфа – 0,2 кг.

На території заводу «Запоріжсталь», під кронами робіниї звичайної біля доменного цеху осідало пилу в два рази менше, ніж на відкритій місцевості. На при заводській території концентрація пилу під кроками дерев, як правило, була значно меншою.

Рослини здатні поглинати із повітря і нагромаджувати в тканинах певні кількості забруднювачів. Є дані, що деякі шкідливі домішки в тканинах рослин у процесі метаболізму розпадаються чи перетворюються в інші сполуки і знову надходять в атмосферу. Бенз(а)пірен і нітрозосполуки, наприклад, у рослинному організмі розпадаються і використовуються в процесі обміну речовин.

Характер осідання і накопичення пиловатих часток на листках

різноманітних видів рослин хоча й схожий у загальних рисах, але має також і відмінності залежно від морфології листка і будови епідермального комплексу. Так, із усіх досліджених видів деревних і чагарникових рослин, що зростали на території заводу в однакових умовах забрудненості навколишнього середовища пилом, найбільше твердих часток осідало на листі маслинки вузьколистої і в'яза. При цьому у в'яза пил накопичується в основному на абаксимальній поверхні листка, у маслинки – більш-менш рівномірно розподіляється по всій поверхні листка. На відміну від в'яза, листя якого утримує великі за розмірами пилинки, маслинка покрита значно дрібнішими часточками. На листі верби пилу порівняно мало, а пилові часточки дрібні. Деяко більше твердих часточок осідає на нижній опушеній поверхні листка тополі білої. При цьому листок затримує дуже дрібний пудроподібний пил, котрий нелегко і неповністю можна видалити механічним способом. Багато пилу знаходиться на абаксимальній поверхні в нижній частині листової пластинки вздовж центральної жилки робінії звичайної.

Ступінь запиленості листя значною мірою залежить від будови епідермісу: наявності і характеру опушення, кутикулярної мозаїки тощо. Так, абаксимальна поверхня листків, а також і молоді пагони тополі характеризуються суцільним густим опушенням; листки верби покриті притиснутими шовковистими волосками, котрі затримують пилу менше ніж густо опушені листки тополі. Сприяють утримуванню пилових часточок багатоклітинні розеткоподібні (серцевопроменеподібні) трихоми маслинки. Велика кількість пилу осідає на гострошорстких зверху і жорстковолосистих знизу листках береста.

Значна частина затриманого на кронах дерев пилу згодом струшується вітром, змивається дощем чи разом з опадаючим листям потрапляє в ґрунт, де відбувається біологічне руйнування або зв'язування затриманих забруднювачів. Отже, ґрунти поряд із зеленими рослинами є

важливим природним фактором очищення атмосфери.

Рослини перешкоджають утворенню та перенесенню ґрунтового пилу на промислових підприємствах і прилеглих до них територіях.

Унаслідок багаторічних досліджень була проведена детальна оцінка видів дерев і кущів за кількістю можливого вилучення з повітря сірчистого газу з травня по вересень, умовно прийнявши, що одне дерево формує в середньому за вегетаційний період 10 кг, а один кущ – 3 кг листя (із розрахунку на суху речовину). Отже, газопоглинальна здатність виражалася такими величинами (у г на одну рослину):

Тополя бальзамічна до 180	Свидина біла 42
Ясен зелений 140	Бузок звичайний 20
В'яз гладенький 120	Карагана деревовидна 18
Липа серце листа 100	Жимолость татарська 17
Береза пухнаста 100	Барбарис звичайний 12
Клен ясенелистий 30	Шипшина зморшкувата 8
Клен гостролистий 20	

За виконаними в подальшому розрахунками і прийнявши, що 1 кг листя (із розрахунку на суху речовину) нагромаджує у середньому 100 г сірчистого газу, 25 г хлористого водню і 5-6 г фторидів, 1 га лісових насаджень здатний за вегетаційний період без помітної шкоди для деревних рослин вилучити із повітря 400 кг сірчистого газу, 100 кг хлоридів і 20-25 кг фторидів.

Було обґрунтовано балансовий метод стосовно підходів до використання деревних рослин для фільтрації повітря від забруднювачів. За цим методом, передбачається облік всіх форм надходження токсичних речовин у рослинний організм, фіксації і видалення з нього в умовах різної задимленості атмосфери. Теоретично нібито все правильно і обнадійливо.

А як на практиці? Тут доречно висловити деякі застереження щодо переоцінки можливостей деревних насаджень очищати повітря від газоподібних викидів промислових підприємств. При розмірах викидів одним металургійним заводом тільки по SO_2 у кілька сотень тонн за добу немає ніякого сенсу сподіватися на «газопоглиняльну здатність», що оцінюється, наприклад, у 400 кг сірчистого газу за вегетаційний період одним гектаром лісових насаджень.

Щодо вивчення нагромадження забруднювачів у рослинах, то ця робота повинна проводитися постійно з огляду на велике значення отримуваної інформації для індикації забрудненості та реєстрації змін стану навколишнього середовища, в тому числі і в районах слабого забруднення, що на перший погляд здаються благополучними в екологічному відношенні.

Цілком очевидно, що вивчення акумуляції забруднювачів у рослинах має здійснюватися в поєднанні з описом стану рослин, вивченням особливостей росту, виявленням та інтерпретацією фактів тератогенезу тощо.

Важливу біологічну роль в очищенні атмосферного повітря від шкідливих газів відіграють леткі виділення рослин (фітонциди), що здатні вступати в реакції з молекулами промислових газів. Експериментально доведена здатність летких фітоорганічних сполук рослин знижувати концентрацію монооксиду вуглецю, сірчистого газу та оксидів азоту в повітрі.

Рослинні формації, як то ліс, луки, поля, парки і навіть поодинокі посадки дерев, істотно впливають на формування мікроклімату, поліпшують санітарно-гігієнічні властивості навколишнього середовища. Найбільш відчутними є впливи на температуру повітря, ґрунту, вологість, швидкість вітру, рухомість повітряних мас, зниження шуму, очищення повітря від пилогазових викидів та ін. Згадані функції взаємозалежні,

вивчалися багатьма вченими у лісових масивах, лісосмугах, міських зелених насадженнях і достатньо висвітлені в літературі.

В умовах міського середовища зелені насадження позитивно впливають на тепловий режим і рухомість повітря. Відкритий простір прогрівається значно швидше і інтенсивніше віддає тепло, ніж простір, зайнятий зеленими насадженнями. Температура повітря в зеленому масиві орієнтовно на 3°C нижча, ніж на відкритих місцях, що має значення особливо при температурі повітря вище 30°C. Чим щільнішими є зелені насадження, тим більший їхній вплив на температуру у навколишньому середовищі. Найбільшою мірою температуру повітря знижують дерева з густою кроною, з малим коефіцієнтом пропускання сонячних променів.

З'ясовано, що влітку температура повітря у внутріквартальних насадженнях на 7-10°C, у скверах на 5,2°C, у палісадниках на 3,4°C, в однорядних вуличних посадках на 2°C нижча, ніж на міських вулицях, площах і у дворах будинків. Температура ґрунту у внутріквартальних насадженнях на 17-24°C, а в однорядних посадках на 6-10°C нижча, ніж на неозелених територіях міста.

Насадження, крім: того, перешкоджають поширенню виробничого шуму, слугують захистом від перегрівання сонячними променями виробничих приміщень (будівель) і відкритих майданчиків.

Зелені насадження сприяють підвищенню відносної вологості повітря, яка може знижуватися до 20-24 % на вулицях і в житлових кварталах за температури повітря 30-35°C; у посадках в спекотні дні вона на 7-40 % вища, ніж у міських кварталах.

Вітер є досить дійовим фактором впливу на мікроклімат, адже переміщення повітряних мас пов'язано з перенесенням вологи, забруднень, змінами температури тощо. За великих швидкостей вітер набуває руйнівного характеру, особливо шкідлива його дія проявляється при високій температурі і низькій відносній вологості. Отже, послаблення сили

вітру – справа надзвичайно важлива і для міст, і для приміських територій, для усіх типів ландшафтів взагалі. Тим часом давно встановлено, що рослинний покрив, передусім деревні насадження, значною мірою зменшують швидкість вітру і знижують його шкідливі наслідки. Ці властивості деревних насаджень широко використовуються в практиці позахисного лісорозведення, озеленення міст, створення санітарно-захисних насаджень.

Короткий огляд публікацій про вплив насаджень на тепловий режим, вологість повітря і його рухомість, тобто на всі основні фактори, що формують мікроклімат, засвідчує важливу екологічну роль зелених насаджень у міському середовищі. Необхідно повсякденно дбати про посилення цієї ролі шляхом правильного розміщення і добору відповідних видів рослин.

Зелені насадження є прекрасним засобом збагачення, а нерідко й формування ландшафту міста і посідають провідне місце у формуванні архітектурного вигляду парків, садів, скверів та інших озеленювальних територій міста.

Рослинність характеризується великим різноманіттям форм, кольорів і фактури. Кулясті, пірамідальні, плакучі та багато інших форм дерев і кущів, багатюща палітра забарвлення листя, квітів, стовбурів при шорсткій, гладенькій, блискучій чи матовій фактурі їхньої кори – всі ці декоративні властивості, які до того ж змінюються у часі, відкривають необмежені можливості для використання насаджень як одного із засобів поліпшення урболандшафтів.

Насадження є тим матеріалом, який успішно об'єднує окремі споруди чи групи споруд. Вміле використання насаджень перетворює комплекс житлових і громадських будівель у цілісний організм, мікрорайону чи кварталу, які, у свою чергу, за допомогою насаджень об'єднуються в ансамбль житлового району міста. Єдина система

насаджень міста в поєднанні з водоймами пом'якшує весь архітектурний вигляд міста, надає йому кольорове різноманіття, ліквідує уявлення про «кам'яне місто».

Насадження можуть бути широко використані для регулювання руху міського транспорту і пішоходів, влаштування розділювальних смуг, «островків безпеки» тощо. Отже, архітектурно-планувальне значення зелених насаджень велике і різноманітне.

Естетичне й емоціональне значення насаджень зумовлюється можливістю з їхньою допомогою підсилювати враження від навколишніх просторів, вводити в урбанізоване середовище природні елементи. Естетичний вплив рослинності базується, в першу чергу, на візуальному її сприйнятті і забезпеченні підсвідомих потреб людини у спогляданні рослин, зелені, квітів, форми та текстури кори, плодів. Існує об'єктивна необхідність у зорових, дотикових, нюхових, слухових контактах людини з рослинами, які знімають стрес, втому, слугують прекрасним профілактичним засобом. Багатство барв, аромат квітів, шелестіння листя – все це в поєднанні з позитивним впливом насаджень на мікроклімат благотворно діє на людину, її настрій, нервову систему.

Дослідження та оцінка сучасного стану озеленювальних і захисних насаджень, розширення знань про їхню роль у формуванні життєвого середовища є однією із важливих передумов для визначення стратегії подальшого перспективного розвитку зелених зон міст і робітничих селищ.

10.3. Нормативні показники зеленої території міста

Зеленими зонами називаються території в межах або за межами міст, зайняті лісами й лісопарками, які виконують охоронні й санітарно-гігієнічні функції, є місцями відпочинку населення. Зелені насадження забезпечують захист від промислових і автотранспортних викидів, шуму,

пилу, снігових заметів, ерозії, пом'якшують незручності міського життя, служать формуванню урбаністичних систем, допомагають організувати простір, додають містам індивідуальний і неповторний характер.

У містах України зелені насадження розташовані на площі 4,6 тис. км² (38,4 % міських територій), а для загального вжитку доступні на площі 1,6 тисяч км² (13,4 % міських територій).

Приміські ліси, лісопарки, міські парки, сквери, зелені насадження бульварів, вулиць утворюють зелену зону Києва. Вона має декоративне, естетичне, санітарне й захисне значення на території міста й навколо нього. Площа всієї зеленої зони Києва близько 57, 8 тисяч га, займає вона майже 70% території міста. У лісопарках і парках нараховується більш як 250 видів дерев та кущів, серед яких широко відомі київські каштани та пірамідальні тополі. До основних порід декоративного оздоблення міста відносять також липни й клени.

Оптимальна сумарна *величина озелених зон* загального використання в містах установлюється спеціальними дослідженнями і закріплюється в нормативах. Зелені насадження нормують на одного жителя міста. Площа міських зелених насаджень загального користування залежить від розміру міста, його планувальної структури, поверховості забудови, природно-кліматичних умов. Містобудівне формування зеленої зони – системи озелених територій міста в поєднанні із заміськими (лісами, лісопарками, лугопарками, гідропарком) регламентується державними будівельними нормами (ДБН 360-92, ДБН Б.1-3-97), Наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України № 105 від 10.04.06 р. «Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України», природоохоронним законодавством.

Площа зелених насаджень відносно загальної площі забудованої території міста, згідно з рекомендаціями Інституту комунальної гігієни України, повинна наближатися до 50–60 % загальної території міста.

Площу озелених територій загального користування (парків, садів, скверів, бульварів), що розміщуються на території забудови міст, приймають згідно з нормативами, враховуючи чисельність населеного пункту та природну зону, де він знаходиться (табл. 10.1).

Табл. 10.1 Площа озелених територій загального користування в населених пунктах

Озеленені території загального користування у межах міста	Групи міст за кількістю населення, тис. чол.	Площа озелених територій, кв.м/чол.			
		Полісся, прикарпаття, закарпаття II В-1, II В-4	Лісостеп II В-2, II В-3	Степ III-В, III-Б	Південний берег криму IV В-2
Загальноміські	100-1000 і більше	10	11	12	15
	50-100	7	8	9	11
	до 50	8 (10)	9 (11)	10 (12)	12 (15)
	сільські поселення				
Житлових районів	100-1000 і більше	6	6	7	8
	50-100	6	6	7	8

Відповідно до нормативних документів на одну людину передбачається від 10 до 15 м² зеленої зони загальноміського користування та 6-8 м² у житлових районах. У містах, де є підприємства I і II класу шкідливості, норми загальноміських зелених територій треба збільшити на 10-15%, у містах із залізничними вузлами – на 5-10 %. При розташуванні міста серед лісових масивів – зменшити на 20%. В Україні виділені певні структурні елементи урбанізованого ландшафту, для яких встановлено нормативні показники озеленення (табл. 10.2).

Табл. 10.2 Нормативні показники рівня озеленення різних структурних елементів у межах міста, %

Структурні елементи	Рівень озеленення,%
1. Озеленені території загального користування	
Міські парки	65-80
Дитячі парки	40-55
Спортивні парки	15-30
Меморіальні парки	30-65
Зоологічні сади	15-40
Ботанічні сади	40-70
Сквери	75-85
Бульвари	60-75
2. Озеленені території обмеженого користування	
Житлові райони	Не менше 25
Ділянки шкіл	45-50
Ділянки дитячих установ	45-55
Ділянки громадських будинків	Не менше 40
Ділянки навчальних закладів	Близько 501
Ділянки культурно-освітніх установ	40-60
Ділянки спортивних пристроїв і споруд	30-50
Ділянки установ охорони здоров'я	55-65
3. Озеленені території спеціального призначення:	
на вулицях	не менше 25
біля санітарно-захисних і охоронних зон	60-80

Всесвітня організація охорони здоров'я ФАО вважає, що для забезпечення оптимальної норми кисню на одного міського жителя потрібно 50 м² міських зелених насаджень та 300 м² заміських або

приміських лісопаркових насаджень. В Україні на одного міського мешканця пересічно припадає 16,3 м² зелених насаджень. *За міжнародними нормами*, цей показник має бути не меншим за 20 м². Лише 7 великих міст України відповідають цьому показнику: Горлівка, Краматорськ, Слов'янськ, Лисичанськ, Луганськ, Київ, Кривий Ріг.

10.3.1. Типи зелених територій міста

В існуючій і передбаченій генпланом системи озеленення міста (зеленій зоні) виділяють три групи озелених територій, що визначаються за функціональною ознакою, а саме:

– *загального користування* – зелені насадження, які розташовані на території загальноміських і районних парків, спеціалізованих парків, парків культури та відпочинку; на територіях зоопарків та ботанічних садів, міських садів і садів житлових районів, міжквартальних або при групі житлових будинків; скверів, бульварів, насадження на схилах, набережних, лісопарків, лугопарків, гідропарків і інших, які надають вільний доступ для відпочинку.

– *обмеженого користування* – насадження на територіях громадських і житлових будинків, шкіл, дитячих установ, вищих та середніх спеціальних навчальних закладів, профтехучилищ, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств і складських зон, санаторіїв, культурно-освітніх і спортивно-оздоровчих установ та інші.

– *спеціального призначення* – насадження вздовж транспортних магістралей і вулиць; на ділянках санітарно-захисних зон довкола промислових підприємств; виставок, кладовищ і крематоріїв, ліній електропередач високої напруги; лісомеліоративні, водоохоронні, вітрозахисні, протиерозійні, насадження розсадників, квітникарських господарств, пришляхові насадження в межах населених пунктів.

10.3.2. Зелені насадження загального користування

Парк – самостійний архітектурно-організаційний комплекс площею понад 2 га, який виконує санітарно-гігієнічні функції та призначений для короткочасного відпочинку населення. Залежно від характеру й призначення діляться на парки культури й відпочинку, районні, спортивні, дитячі, дендрологічні, історичні, національні, меморіальні, етнографічні парки-музеї, історичні, виставкові, зоологічні, аерофітотерапії тощо.

Міські парки (парк культури та відпочинку), міські сади – найбільш масовий тип парку, у якому відпочинок у природному оточенні поєднується з розважальними заходами. За розміром можуть бути: малими – 25 га, середніми – 100 га, великими – 500 га й значними – більше 500 га. Розташовуються поблизу громадських центрів міста, біля зелених масивів та водоймищ. Важливе значення має доступність парку. Його розміщують у такому місці, щоб з різних житлових районів міста можна було доїхати до парку культури й відпочинку громадським транспортом за 40 хв. Міські парки мають кілька зон: основна – зона тихого відпочинку, займає 50-70 % території. Характеризується природним пейзажем, зелені насадження в ньому займають не менше 70-80 % загальної площі. Допускаються пішохідні алеї, малі архітектурні форми, лави, альтанки, трельяжі, фонтани та ін. Зона масових заходів (видовища, атракціони) розташовується недалеко від головного входу, займає 5-17 % території. Культурно-просвітня зона – бібліотека, виставкові павільйони тощо ізолюються від зони гучних видів відпочинку, займає територію 3-8 %. Фізкультурно-оздоровча зона розміщується на відносно рівному рельєфі, займає територію 10-20 %. На ній проектують спортивні майданчики, спортзали, басейни, солярії, ковзанки, пункти прокату інвентарю. Зона дитячого відпочинку розташовується відособлено, недалеко від входу в парк, займає площу 5-10 %. Господарська зона – периферійна частина парку зі своїми виїздами на прилягаючі вулиці. Головний вхід у парк розташовують з

урахуванням потоків відвідувачів, перед входом передбачають площу для міського й особистого транспорту.

Дитячі парки – проектують у великих та значних містах. Дитячий парк являє собою зелену територію з сприятливими санітарно-гігієнічними умовами, призначену для ігор, розваг, занять фізкультурою й проведення культурно-просвітніх заходів для дітей шкільного й дошкільного віку. Часто розміщують при палаці дитячої і юнацької творчості, площа – 3-20 га.

Гідропарки – організовують у зонах рік, озер і водойм для масового відпочинку. *Лугопарк* - відкритий луговий простір з насадженнями і водоймами. Оптимальне співвідношення площ лугів, насаджень, водойм 5:2:1. Значна їхня частина (50-60%) - це відкриті простори – луги, галявини. Територія київського Гідропарку складає площу близько 370 гектарів. У Харкові Журавлівський гідропарк займає площу 120 га, Олексіївський – 80 га .

Ліс – екологічна система, у якій головною життєвою формою є дерева. Ліс – тип природних комплексів, у якому поєднуються переважно деревна та чагарникова рослинність з відповідними ґрунтами, трав'яною рослинністю, тваринним світом, мікроорганізмами та іншими природними компонентами, що взаємопов'язані у своєму розвитку, впливають один на одного і на навколишнє природне середовище.

Ліси займають близько третини площі суші, площа лісу на Землі становить 38 млн. км². З них 264 млн. га, або 7%, посаджені людиною. Половина лісової зони належить тропічним лісам. Площі, зайняті деревами із зімкнутістю крон менш 0,2-0,3, вважаються рідколіссям. Загальна площа лісів в Україні понад 10 млн. га, що становить 17,2% її території. Близько половини лісів України є штучно створеними й потребують посиленого догляду.

Міський ліс – у відповідності до Лісового кодексу, лісовий масив або ділянка лісу, розташовані в межах населеного пункту України

Міські ліси Києва розташовані у межах території трьох лісопаркових господарств: Дарницького, Святошинського та “Конча-Заспа (у їх складі налічується 11 лісництв) загальною площею 34209 га.

Сквери – призначені для короткочасного відпочинку і художньо-декоративного оформлення міських площ, вулиць, суспільних будинків, монументів. Розмір – 1-2 га. Основними елементами скверу є центральний майданчик зі скульптурою, фонтаном чи басейном. *Бульвари* – призначені для пішохідного руху, прогулянок і короткочасного відпочинку. Їх створюють на магістралях набережних, у громадських центрах при інтенсивному пішохідному русі.



Рис. 10.1. Золотоворотський сквер (Київ)

Бульвар розташовують між проїзною частиною вулиці й тротуаром чи по центру вулиці. Його ширину приймають

10-50 м, залежно від чого розробляють планове рішення, характер озеленення й благоустрою.

Лісопарки – впорядковані ліси, організовані для відпочинку на природі поблизу міста. На території лісопарку можуть бути водойми. У зоні лісопарку передбачаються місця з спортивними майданчиками, пляжами, водними станціями, туристичними базами тощо; для культмасових заходів – з музеєм, кінотеатром тощо. Лісопарк відрізняється від лісу по використанню, структурному складу та господарської діяльності. Всі заходи у лісопарку спрямовані на підвищення санітарно-гігієнічних, естетичних переваг території; тоді як одержання деревини має другорядне значення. У той же час у лісопарку проводяться лісогосподарську роботу (рубки догляду і формування, санітарні рубки, лісопаркові посадки різних типів тощо). До найбільших лісопарків України належать Комсомольський лісопарк у Харкові (було 2385 га, в 2010 р. менше 1900 га), Голосіївський у Києві (1463 га), Синявський у Київській області (понад 50 га), Гощанський у Ровенській області (25 га), Згурівський у Полтавській області (215 га), П'ятничанський у Вінницькій області (понад 120 га).

10.3.3. Зелені насадження обмеженого користування

У межах забудови міста ця група насаджень, як складова природного комплексу, має велике значення, бо включає ділянки зелених насаджень багатоквартирної й садибної забудови, установ обслуговування, промислових і комунальних підприємств, громадських організацій, закладів освіти, охорони здоров'я.

Насадження при школах, технікумах та вищих навчальних закладах являють собою озеленену ділянку, що використовується для зайняти фізкультурою, ігор, відпочинку, а також для спеціальних зайняти на відкритому повітрі.

Насадження при дитячих садах і яслах – різноманітні посадки в цілях ізоляції ділянки від прилеглих територій, створення затінених і відкритих майданчиків для ігор, зайняти фізкультурою та сну дітей.

Насадження житлових мікрорайонів і кварталів, забудованих багатоквартирними будинками, мікрорайонні та внутрішньо кварталні насадження, а також різноманітні посадки навколо житлових будинків, призначені для поліпшення санітарно-гігієнічних умов та створення місць для відпочинку та зайняти фізкультурою.

Насадження при науково-дослідних установах – це озеленена ділянка для наукової роботи поза приміщеннями, а також для відпочинку і зайняти фізкультурою співробітників.

Насадження при лікарнях та інших лікувально-профілактичних установах – озеленена ділянка для прогулянок, відпочинку та спеціальних процедур.

Насадження при промислових підприємствах-посадки, призначені для організації місць відпочинку робітників і службовців та для захисту їх від несприятливого впливу даного виробництва (пил, шум, дим).

Насадження при житлових будинках у районах садибної забудови – це озеленена ділянка з декоративними, плодово-ягідними та овочевими культурами, на яких розміщуються господарські споруди та майданчики.

Парк або сад при санаторії, будинку відпочинку – зелений масив за межами міської забудови, створений для відпочинку і зайняти фізкультурою, проведення культурно-просвітницької роботи і лікувальних процедур.

Багатоквартирна забудова винна мати нормативну площу зелених насаджень, тобто на рівні 45-50% від загальної площі забудови, це прибудинкові смуги, озеленення дворів. На території садибної забудови насадження обмеженого користування складаються переважно з плодкових дерев, кущів, у фасадній частині – квітників, декоративних кущів та дерев.

10.3.4. Насадження спеціального призначення

Ця група насаджень включає:

- зони санітарної охорони джерел водопостачання («Про правовий режим зон санітарної охорони водних об'єктів». Постанова Кабміну України № 2024 від 18 грудня 1998 р.);
- санітарно-захисні зони промислових підприємств, території кладовищ та їх санітарно-захисних зон;
- охоронні зони інженерних споруд, включно – залізниці, автошляхів, інженерних комунікацій;
- озеленення вулиць, транспортних розв'язок;
- території ботанічного саду, зоопарку;
- спец території.

Озеленені території першого поясу зон санітарної охорони підземних джерел водопостачання відносяться до групи насаджень спеціального призначення, де озелененню й благоустрою винна приділятися найбільша увага. Враховуючи, що законодавством заборонене перебування сторонніх осіб в санітарній охороні, розміщення житлових та господарських будівель – максимальна частина території має бути зайнята під зелені насадження, мають зберігатися цінна природна рослинність, лісові насадження.

В межах першого поясу зони санітарної охорони підземних джерел водопостачання озеленені території не повинні виконувати інших функцій.

Другий і третій пояс зон санітарної охорони підземних джерел водопостачання на території як міста, так і за його межами перекривають озеленені території різних груп, а саме – парки, сквери, лугопарки (загального користування), багатоквартирну й садибну забудову, установи обслуговування, промислові підприємства, склади, бази (зелені насадження цих територій відносяться до групи обмеженого

користування), санітарно-захисні зони підприємств, охоронні зони інженерних споруд.

Санітарно-захисні зони промислових підприємств, складів, баз – посадки на території між підприємством і житловою забудовою, що зменшують негативний вплив даного виробництва на прилеглі райони населеного пункту.

Захисні зони від кліматичних природних явищ – посадки для захисту населеного пункту або його окремих районів від вітрів, снігових і піщаних заметів.

Противопожежні насадження – посадки навколо складів пального та інших небезпечних у пожежному відношенні об'єктів служать перешкодою для розповсюдження вогню при пожежі.

Насадження захисно-меліоративного і меліоративного призначення – призначені для зміцнення берегів, обривів, ліквідації зсувних явищ, припинення утворення ярів і осушення надмірно зволжених територій.

Насадження вздовж автомобільних доріг та залізниць – посадки для захисту полотна дороги від снігових і піщаних заметів, а також для формування ландшафту прилеглих до доріг територій.

Насадження на кладовищах – для декоративного оформлення та благоустрою території.

Розплідник і квіткові господарства – території, призначені для вирощування декоративних рослин у відкритому ґрунті, парниках і оранжереях. Розташовані, як правило, за межами міста на ділянці зі спокійним рельєфом, родючим ґрунтом, площею від 25 до кількох сотень гектар.

Ботанічний сад – організовують тільки у великих містах. Він призначений для науково-дослідних робіт, культурно-просвітньої роботи й масового відпочинку. Розташовують подалі від промислових районів, джерел шуму. Захищається від сильних вітрів. Бажана розмаїтість рельєфу

й наявність водоймищ. 50-70% території займає зона ботанічних експозицій.

Зоопарк організовується тільки у великих містах. Призначений для науково-дослідних робіт, культурно-просвітньої роботи й масового відпочинку. Основні зони: експозиційна - 50-70%, відпочинку й розваг – 25-35, науково-дослідна – 3-8, господарська – 2-5% території.

Враховуючи складну номенклатуру структурних елементів зеленої зони, різнобічних характер заходів по їх створенню та утриманню, значну роль в оптимізації навколишнього природного середовища міста виконують озеленені території різних груп, а саме – парки, сквери, лугопарки (загального користування, зелені насадження територій обмеженого користування), санітарно-захисні зони підприємств, охоронні зони інженерних споруд.



Рис. 10.2. Будинки Vertical Forest / Bosco Verticale

Зелені насадження майбутнього. Ці дивні будинки, плоди робіт італійської архітектурної компанії Stefano Boeri Architetti – вертикальні ліси. Вони є ущільненою моделлю природи у великих міста, мета яких, зробити міське життя більш екологічним, зокрема, забезпечити циркуляцію чистого повітря усередині самого будинку (рис. 10.2).

Перші будинки Vertical Forest / Bosco Verticale побудовані уже зараз у центрі Мілана. Це дві житлові багатопверхові будинки, 110- і 76-метрової висоти. На кожному будинку росте 900 дерев, висотою від 3,6 до 9 м. Крім цього, представлений широкий діапазон різних чагарників й квіткових ділянок. Кожний з подібних будинків уміщає близько 10 000 кв. м. лісу.

10.4. Роль зелених насаджень в охороні навколишнього середовища міста

В останні десятиріччя у зв'язку з посиленням урбогенного і техногенного навантаження на довкілля виокремився і набув загального визнання стратегічний курс на оздоровлення навколишнього природного середовища шляхом якнайефективнішого використання потенційних можливостей наземної рослинності, насамперед лісів, садів, парків, інших озеленувальних і захисних насаджень як фітомеліорантів середовища.

Ліси по праву визнаються одним із основних регулюючих факторів екологічної рівноваги біосфери. В усі історичні часи ліс безпосередньо впливав на життя і розвиток людського суспільства. В нашу промислову епоху його роль незмірно зростає і навіть набуває нової якості. Лісова рослинність, окрім такої важливої функції як продукування кисню, очищає повітря від пилу, шкідливих мікроорганізмів, радіоактивних та інших шкідливих речовин. Зеленим насадженням належить виключно важлива роль у формуванні найбільш цілісного гігієнічного і комфортабельного простору для життя і діяльності людини в містах та промислових

агломераціях. Нездарма містобудівники прагнуть створити якнайбільше зелених насаджень на території міста, домагаючись максимального наближення їх до помешкань.

Деревні насадження – визнані стабілізатори життєвого середовища, вони збагачують атмосферне повітря киснем, поглинають вуглекислий газ, виділяють леткі речовини – фітонциди, активно виливають на формування мікроклімату: збільшують вологість повітря, захищають від вітру і сонячної радіації. Деревя, куці і квітникові рослини посідають важливе місце в архітектурно-художній виразності міста та є невіддільною компонентою сучасного містобудування.

10.4.1. Атмосфероочисна функцій деревних рослин.

Роль зелених насаджень у захисті повітря від забруднення пилом і газом надзвичайно велика, що засвідчується численними дослідженнями. Ліси ж визнаються одним з найбільш ефективних факторів збереження стійкого функціонування природних ландшафтів в умовах антропопресії та локалізації радіоактивного забруднення.

Лісостани більш за все підходять для фільтрації повітря та очищення його від пилу і кіптяви. Крони ялинових деревостанів щорічно поглинають 32 т/га пилу, соснових – 36, дубових – 56, букових – 63 т/га. 1 га хвойного лісу затримує від 32 до 36 т пилу. Зелені насадження в середньому за вегетаційний період можуть затримати до 40-60 т пилу. У 1 м³ повітря індустриальних центрів міститься 100-500 тис. часток пилу і сажі, а в лісі їх майже в 1000 разів менше.

Фільтруюча роль деревних насаджень пояснюється тим, що одна частина газів поглинається в процесі фотосинтезу, інша - розсіюється у верхніх шарах атмосфери завдяки вертикальним і горизонтальним повітряним потокам, що виникають у зв'язку з перепадом температури

повітря на відкритих і покритих рослинністю ділянках,

Одним із механізмів впливу зелених насаджень на очищення повітря від забруднювачів є механічна (гальмівна) дія на приземні повітряні потоки. Знижуючи швидкість вітру в приземному шарі, дерева й кущі не тільки перешкоджають подальшому розвіюванню пилу, але й акумулюють його на своєму листі. Таким чином рослини виконують роль природного фільтра.

Наприклад, у повітрі ділянки, захищеної від промислового підприємства лісовою смугою «ажурного» типу, виявилось менше забруднень, ніж на незахищеній ділянці: сірчистого газу – на 14 %, окису вуглецю – на 37, фенолу – на 36 і пилу – на 23 %. На ділянці, захищеній лісосмугою щільної конструкції, забруднень виявилось ще менше: сірчистого газу – на 30 %, окису вуглецю – на 35, фенолу – на 29 і пилу – на 64 %. За вегетаційний період одне доросле дерево нижчеперелічених видів вилучало із повітря таку кількість пилу: в'яз низенький – 28 кг, в'яз шорсткий – 23, верба біла (плакуча форма) – 38, клен гостролистий – 28, ясен зелений – 70, бузок звичайний – 1,6, аморфа – 0,2 кг.

На території заводу «Запоріжсталь», під кронами робінії звичайної біля доменного цеху осідало пилу в два рази менше, ніж на відкритій місцевості. На при заводській території концентрація пилу під кроками дерев, як правило, була значно меншою.

Рослини здатні поглинати із повітря і нагромаджувати в тканинах певні кількості забруднювачів. Є дані, що деякі шкідливі домішки в тканинах рослин у процесі метаболізму розпадаються чи перетворюються в інші сполуки і знову надходять в атмосферу. Бенз(а)пірен і нітрозосполуки, наприклад, у рослинному організмі розпадаються і використовуються в процесі обміну речовин.

Характер осідання і накопичення пиловатих часток на листках різноманітних видів рослин хоча й схожий у загальних рисах, але має

також і відмінності залежно від морфології листка і будови епідермального комплексу. Так, із усіх досліджених видів деревних і чагарникових рослин, що зростали на території заводу в однакових умовах забрудненості навколишнього середовища пилом, найбільше твердих часток осідало на листі маслинки вузьколистої і в'яза. При цьому у в'яза пил накопичується в основному на абаксильній поверхні листка, у маслинки – більш-менш рівномірно розподіляється по всій поверхні листка. На відміну від в'яза, листя якого утримує великі за розмірами пилинки, маслинка покрита значно дрібнішими часточками. На листі верби пилу порівняно мало, а пилові часточки дрібні. Дещо більше твердих часточок осідає на нижній опушеній поверхні листка тополі білої. При цьому листок затримує дуже дрібний пудроподібний пил, котрий нелегко і неповністю можна видалити механічним способом. Багато пилу знаходиться на абаксильній поверхні в нижній частині листової пластинки вздовж центральної жилки робінії звичайної.

Ступінь запиленості листя значною мірою залежить від будови епідермісу: наявності і характеру опушення, кутикулярної мозаїки тощо. Так, абаксильна поверхня листків, а також і молоді пагони тополі характеризуються суцільним густим опушенням; листки верби покриті притиснутими шовковистими волосками, котрі затримують пилу менше ніж густо опушені листки тополі. Сприяють утримуванню пилових часточок багатоклітинні розеткоподібні (серцевопроменеподібні) трихоми маслинки. Велика кількість пилу осідає на гострошорстких зверху і жорстковолосистих знизу листках береста.

Значна частина затриманого на кронах дерев пилу згодом струшується вітром, змивається дощем чи разом з опадаючим листям потрапляє в ґрунт, де відбувається біологічне руйнування або зв'язування затриманих забруднювачів. Отже, ґрунти поряд із зеленими рослинами є важливим природним фактором очищення атмосфери.

Рослини перешкоджають утворенню та перенесенню ґрунтового пилу на промислових підприємствах і прилеглих до них територіях.

За виконаними розрахунками і прийнявши, що 1 кг листя (із розрахунку на суху речовину) нагромаджує у середньому 100 г сірчистого газу, 25 г хлористого водню і 5-6 г фторидів, 1 га лісових насаджень здатний за вегетаційний період без помітної шкоди для деревних рослин вилучити із повітря 400 кг сірчистого газу, 100 кг хлоридів і 20-25 кг фторидів.

Було обґрунтовано балансовий метод стосовно підходів до використання деревних рослин для фільтрації повітря від забруднювачів. За цим методом, передбачається облік всіх форм надходження токсичних речовин у рослинний організм, фіксації і видалення з нього в умовах різної задимленості атмосфери. Теоретично нібито все правильно і обнадійливо. А як на практиці? Тут доречно висловити деякі застереження щодо переоцінки можливостей деревних насаджень очищати повітря від газоподібних викидів промислових підприємств. При розмірах викидів одним металургійним заводом тільки по SO₂ у кілька сотень тонн за добу немає ніякого сенсу сподіватися на «газопоглиняльну здатність», що оцінюється, наприклад, у 400 кг сірчистого газу за вегетаційний період одним гектаром лісових насаджень.

Щодо вивчення нагромадження забруднювачів у рослинах, то ця робота повинна проводитися постійно з огляду на велике значення отримуваної інформації для індикації забрудненості та реєстрації змін стану навколишнього середовища, в тому числі і в районах слабого забруднення, що на перший погляд здаються благополучними в екологічному відношенні.

Цілком очевидно, що вивчення акумуляції забруднювачів у рослинах має здійснюватися в поєднанні з описом стану рослин, вивченням особливостей росту, виявленням та інтерпретацією фактів

тератогенезу тощо.

Важливу біологічну роль в очищенні атмосферного повітря від шкідливих газів відіграють леткі виділення рослин (фітонциди), що здатні вступати в реакції з молекулами промислових газів. Експериментально доведена здатність летких фітоорганічних сполук рослин знижувати концентрацію монооксиду вуглецю, сірчистого газу та оксидів азоту в повітрі.

10.4.2. Вплив деревних насаджень на мікроклімат і санітарно-гігієнічні умови міста

Рослинні формації, як то ліс, луки, поля, парки і навіть поодинокі посадки дерев, істотно впливають на формування мікроклімату, поліпшують санітарно-гігієнічні властивості навколишнього середовища. Найбільш відчутними є впливи на температуру повітря, ґрунту, вологість, швидкість вітру, рухомість повітряних мас, зниження шуму, очищення повітря від пилогазових викидів та ін. Згадані функції взаємозалежні, вивчалися багатьма вченими у лісових масивах, лісосмугах, міських зелених насадженнях і достатньо висвітлені в літературі.

В умовах міського середовища зелені насадження позитивно впливають на тепловий режим і рухомість повітря. Відкритий простір прогрівається значно швидше і інтенсивніше віддає тепло, ніж простір, зайнятий зеленими насадженнями. Температура повітря в зеленому масиві орієнтовно на 3°C нижча, ніж на відкритих місцях, що має значення особливо при температурі повітря вище 30°C. Чим щільнішими є зелені насадження, тим більший їхній вплив на температуру у навколишньому середовищі. Найбільшою мірою температуру повітря знижують дерева з густою кроною, з малим коефіцієнтом пропускання сонячних променів.

З'ясовано, що влітку температура повітря у внутріквартальних насадженнях на 7-10°C, у скверах на 5,2°C, у палісадниках на 3,4°C, в

однорядних вуличних посадках на 2°C нижча, ніж на міських вулицях, площах і у дворах будинків. Температура ґрунту у внутріквартальних насадженнях на 17-24°C, а в однорядних посадках на 6-10°C нижча, ніж на неозелених територіях міста.

Насадження, крім: того, перешкоджають поширенню виробничого шуму, слугують захистом від перегрівання сонячними променями виробничих приміщень (будівель) і відкритих майданчиків.

Зелені насадження сприяють підвищенню відносної вологості повітря, яка може знижуватися до 20-24 % на вулицях і в житлових кварталах за температури повітря 30-35°C; у посадках в спекотні дні вона на 7-40 % вища, ніж у міських кварталах.

Вітер є досить дійовим фактором впливу на мікроклімат, адже переміщення повітряних мас пов'язано з перенесенням вологи, забруднень, змінами температури тощо. За великих швидкостей вітер набуває руйнівного характеру, особливо шкідлива його дія проявляється при високій температурі і низькій відносній вологості. Отже, послаблення сили вітру – справа надзвичайно важлива і для міст, і для приміських територій, для усіх типів ландшафтів взагалі. Тим часом давно встановлено, що рослинний покрив, передусім деревні насадження, значною мірою зменшують швидкість вітру і знижують його шкідливі наслідки. Ці властивості деревних насаджень широко використовуються в практиці полезахисного лісорозведення, озеленення міст, створення санітарно-захисних насаджень.

Короткий огляд публікацій про вплив насаджень на тепловий режим, вологість повітря і його рухомість, тобто на всі основні фактори, що формують мікроклімат, засвідчує важливу екологічну роль зелених насаджень у міському середовищі. Необхідно повсякденно дбати про посилення цієї ролі шляхом правильного розміщення і добору відповідних видів рослин.

Зелені насадження є прекрасним засобом збагачення, а нерідко й формування ландшафту міста і посідають провідне місце у формуванні архітектурного вигляду парків, садів, скверів та інших озеленювальних територій міста.

Рослинність характеризується великим різноманіттям форм, кольорів і фактури. Кулясті, пірамідальні, плакучі та багато інших форм дерев і кущів, багатюща палітра забарвлення листя, квітів, стовбурів при шорсткій, гладенькій, блискучій чи матовій фактурі їхньої кори – всі ці декоративні властивості, які до того ж змінюються у часі, відкривають необмежені можливості для використання насаджень як одного із засобів поліпшення урболандшафтів.

Насадження є тим матеріалом, який успішно об'єднує окремі споруди чи групи споруд. Вміле використання насаджень перетворює комплекс житлових і громадських будівель у цілісний організм, мікрорайону чи кварталу, які, у свою чергу, за допомогою насаджень об'єднуються в ансамбль житлового району міста. Єдина система насаджень міста в поєднанні з водоймами пом'якшує весь архітектурний вигляд міста, надає йому кольорове різноманіття, ліквідує уявлення про «кам'яне місто».

Насадження можуть бути широко використані для регулювання руху міського транспорту і пішоходів, влаштування розділювальних смуг, «островків безпеки» тощо. Отже, архітектурно-планувальне значення зелених насаджень велике і різноманітне.

Естетичне й емоціональне значення насаджень зумовлюється можливістю з їхньою допомогою підсилювати враження від навколишніх просторів, вводити в урбанізоване середовище природні елементи. Естетичний вплив рослинності базується, в першу чергу, на візуальному її сприйнятті і забезпеченні підсвідомих потреб людини у спогляданні рослин, зелені, квітів, форми та текстури кори, плодів. Існує об'єктивна

необхідність у зорових, дотикових, нюхових, слухових контактах людини з рослинами, які знімають стрес, втому, слугують прекрасним профілактичним засобом. Багатство барв, аромат квітів, шелестіння листя – все це в поєднанні з позитивним впливом насаджень на мікроклімат благотворно діє на людину, її настрій, нервову систему.

Дослідження та оцінка сучасного стану озеленювальних і захисних насаджень, розширення знань про їхню роль у формуванні життєвого середовища є однією із важливих передумов для визначення стратегії подальшого перспективного розвитку зелених зон міст і робітничих селищ. У містах створюється специфічна й багато в чому несприятливий для життєдіяльності людини екологічний стан. Повітряний басейн міста постійно забруднюється відходами промислового виробництва, вихлопними газами автомашин і пилом. Якщо порівняти міське повітря з повітряною атмосферою приміській зони, то в ньому міститься значно менше кисню, є підвищений кількість бактерій і мікробів.

Ступінь атмосферних забруднень залежить від наступних природних факторів: напрямку й швидкості вітру, температури й вологості повітря, рельєфу місцевості й характеру рослинності.

Температурний режим у місті й вологість міського повітря схильні до більш сильного коливання, ніж на позаміських територіях. Це нерідко створює для міського населення дискомфортні умови, особливо в спекотні або холодні дні.

Серйозним негативним фактором для життєдіяльності людини в міських умовах є міський шум. Часто рівень міського шуму значно перевищує допустимі норми, що несприятливо позначається на здоров'ї людей. За останній час рівень шуму у великих містах сильно зріс, причому процес зростання шуму триває.

Стрімке зростання міст більшою мірою характеризується уніфікацією методів будівництва й, як наслідок цього, масовою забудовою міських і приміських територій типовими будинками й спорудами.

Масова забудова типовими будинками часто створює монотонність і одноманітність архітектурного вигляду міста, значно його збіднюючи.

Гармонійний розвиток людини неможливий без тісного зв'язку з природою. Спілкування з природою слугує потужним засобом виховання прекрасного, пізнання закономірності життя. Спілкування з природою в значній мірою знижує навантаження екологічних чинників міста на людину даючи розрядку людському організму.

Негативний вплив на людину ряду несприятливих чинників міського життя значно знижується вмілим розміщенням у місті зелених насаджень.

Зелені насадження в боротьбі з запиленістю й загазованістю міського повітря

Зелені насадження мають важливе значення в очищенні міського повітря від пилу й газів. Пил осідає на листках, гілках і стовбурах дерев і чагарників, а потім змивається атмосферними опадами на землю. Поширення або рух пилку стримується також газонами, які затримують поступальний рух пилу з різних місць.

Серед зелених насаджень у весняно-літній період повітря містить менше пилу на 42 %, а в зимовий період – на 37 % ніж на відкритих місцях.

У глибині лісового масиву на відстані 250 м від узлісся вміст пилку в повітрі скорочується більш ніж в 2,5 рази. Пилозахисні властивості різних порід дерев і чагарників неоднакові. Найкраще затримують пил жорсткі листя в'яза й листя бузку, покриті ворсинками. Листя в'яза затримують пил приблизно в 5 разів більше, ніж листя тополі; листя бузку в 3 рази більше тополі.

Зелені насадження значно зменшують шкідливу концентрацію в повітрі газів. Так, концентрація оксидів азоту, що викидаються

промисловими підприємствами, знижувалася на відстані 1 км від місця викиду до 0,7 мг/м³ повітря, а при наявності зелених насаджень до 0,13 мг/м³ повітря.

Слід зазначити, що газозахисна роль зелених насаджень багато в чому визначається ступенем їх газостійкості. До слабо пошкоджуваних порід відносяться в'яз (шорсткий і гладкий), ялина колюча, верба деревоподібна, осика, тополя (берлінська, бальзамічна, канадська і чорна), яблуня сибірська, акація жовта, глід сибірський, вишня дика, калина звичайна, смородина чорна, бузок звичайний; до середньо пошкоджується – береза бородавчаста, ялина Енгельмана, модрина сибірська, горобина звичайна, верба корзинова, клен татарський тощо. Рослини с підвищеною інтенсивністю фотосинтезу мають меншу стійкість до газів. Із трав найбільшою стійкістю до газів має костриця лугова, найменшої – мітлиця біла.

Шкідливі гази в процесі транспірації поглинаються рослинами, а тверді частинки аерозолів осідають на листках, стовбурах і гілках рослин.

Слід зазначити, що газозахисна роль зелених насаджень залежить від ступеня димостійкості самих порід. Значну здатність уловлювання аерозолів і пилу мають в'яз, шовковиця, горобина, бузок, бузина. Посадки ялин на 1 га затримують на рік до 32т пилку, сосни – до 36т, дуба – до 56т, бука – до 63т. Протягом вегетаційного періоду дерева зменшують запиленість повітря на 42%, у безлистяний період – на 37%. У радіусі до 500 м від джерела забруднення рекомендоване висаджувати газовитривалі породи, а це тополя канадська, тополі бальзамічна, липа мілколиста, клен ясенелистий, верба біла, ялівець звичайний, бузина червона, жимолость. Для озеленення вулиць забороняється застосовувати фруктові дерева й чагарники, що потребують обробки отрутохімікатами (рис. 10.3)

Деревні породи значною мірою сприяють біологічному очищенню атмосферного повітря. Хвойні рослини, наприклад, адсорбують з міської

атмосфери такі елементи, як свинець, цинк, кобальт, хром, мідь, титан, молібден.

Фітонцидна дія зелених насаджень

Деякі властивості летких і нелетких речовин, що виділяються рослинами, були детально досліджені. З'ясувалося, що ці речовини, названі «фітонцидами», вбивають шкідливі для людини хвороботворні бактерії або гальмують їх розвиток. Так, фітонциди кори ялиці вбивають бактерії дифтериту; листя дубу вбивають дизентерійну паличку.

Особливо багато фітонцидів виділяють хвойні породи. 1 га ялівцю виділяє за добу 30 кг летучих речовин. Багато летючих речовин виділяють сосна і ялина. У повітрі парків міститься в 200 разів менше бактерій, ніж у повітрі вулиць.

Вплив зелених насаджень на зниження концентрації газів у повітрі залежить і від щільності їх посадки. Спостереження показали, що серед щільних насаджень, дерев і чагарників, розташованих поблизу джерел викидів в атмосферу пилу и газів, створюються застої повітря, в результаті чого з'являються вогнища підвищеної концентрації. Тому поблизу джерел викидів слід створювати

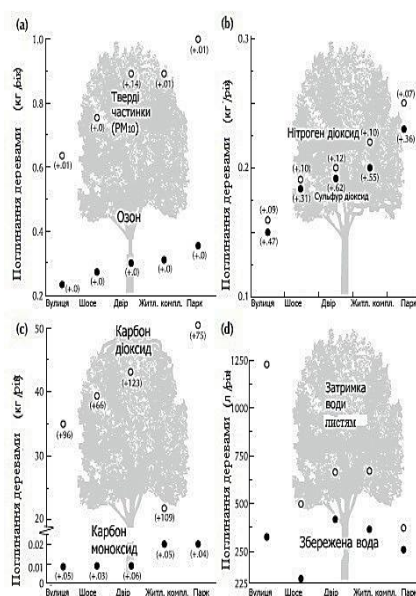


Рис. 10.3. Прогноз щорічної користі від зелених насаджень

(Дерево 30-річний ясьень *Fraxinus* в різних місцях міста Чікаго. Числа в дужках показують скільки поглинається речовини деревом за рік).

насадження, що добре продуваються у групових ажурних посадках. Зелені насадження можуть захищати забудову від пилу й газів тільки в тому випадку, якщо вони розташовуються між джерелом забруднення й забудовою.

Поглинання зеленими насадженнями вуглекислоти й виділення кисню

Зелені насадження поглинають з повітря вуглекислий газ і збагачують повітря киснем. За 1 рік 1 га зелених насаджень поглинає 8 л вуглекислоти (тобто стільки, скільки вуглекислоти виділяють за цей час 200 людей). 1 га лісу виділяє в повітря кисню в кількості, достатній для підтримання життєдіяльності 30 мешканців міста.

Зелені насадження – теплорегулюючий фактор у місті

Зелені насадження суттєво впливають на температуру повітря в місті. Це особливо помітно в жарку погоду, коли температура повітря значно нижче серед зелених насаджень, ніж на відкритих місцях. Це пояснюється тим, що листки мають велику відбивну здатність, ніж інші види покриттів. Крім того, рослини випаровують велику кількість вологи, при цьому знижують температуру і підвищують вологість повітря.

Найбільш високі температури повітря характерні для центральних частин міста, що мають високу щільність забудови й великі поверхні вулиць і площ із асфальтовими або іншими твердими покриттями. Чим більше місто, тим більше різниця температур повітря в місті на відкритих місцях і на озеленених територіях.

Було систематизовано дані щодо прозорості, поглинання й відбиття сонячної енергії (% до загальної кількості енергії), що починається по ряду деревних чагарникових порід. Найбільшою ефективністю відрізняються рослини з великими листям, які значну частину енергії відбивають, не

поглинаючи її, і, таким чином, сприяють зниженню кількості сонячної радіації.

Зелені насадження дуже впливають і на поліпшення радіаційного режиму в місті. Напруга загальної радіації (прямій і неухважної) на відкритій міській території в сонячні дні може досягати більших величин, а серед зелених насаджень міста ця напруга знижується в 7 раз.

Зелені насадження дуже впливають і на поліпшення радіаційного режиму в місті. Напруга загальної радіації (прямої і розсіяної) на відкритій міській території в сонячні дні може досягати значних величин, а серед зелених насаджень міста ця напруга знижується в 7 разів.

Вплив зелених насаджень на формування вітрів

Зелені насадження сприяють утворенню повітряних течій. У спекотні дні нагріте повітря міської забудови піднімається вгору, а на його місце надходить холодне повітря з територій зелених насаджень. Ці повітряні течії найчастіше бувають на околиці міста. У прохолодні дні повітряні течії не виникають. Глибина проникнення повітряних течій у міську забудову залежить від її характеру. При щільній периметральній забудові повітряні течії швидко слабшають, а при вільній – повітряні течії проникають у глиб міста значно далі.

Вплив зелених насаджень на вологість повітря

Важливим фактором, що впливає на тепловий режим у місті, є вологість повітря. Поверхня листя дерев і чагарників більш ніж в 20 разів більше площі, займаної проекцією крони. Нагріваючись, рослини випаровують у повітрі велику кількість вологи.

Якщо прийняти відносну вологість на вулиці, рівній 100 %, то в житловому озеленому кварталі вологість буде 116, на бульварі – 205 %.

Вітрозахисна роль зелених насаджень

У практиці проектування зелених насаджень виникає необхідність захисту міської забудови від несприятливих вітрів. У цьому разі впоперек

основного вітрового потоку влаштовують захисні смуги зелених насаджень. Захисна роль цих смуг визначається їх конструкцією й розташуванням, а також типом забудови. Вітрозахисні властивості проявляють зелені насадження вже порівняно невеликої висоти та ажурної конструкції. Ступінь ажурності винна бути не менше 30-40 %.

Механізм вітрозахисного дії полягає в тому, що частина повітряного потоку, що йде поверх насаджень, зустрічається з повітряним потоком, що проходить крізь захисну смугу. При зустрічі повітряні потоки взаємно гасяться.

Посадка зелених насаджень щільної конструкції не виправдовує вітрозахисних функцій, так як сприяє посиленню турбулентності повітряного потоку в зоні забудови.

Допускаються пристрої невеликих розривів для проїзду й проходу, які практично не знижують вітрозахисних властивостей зелених насаджень.

Вплив зелених насаджень у боротьбі з шумом

Зелені насадження, що розташовуються між джерелами шуму (транспортні магістралі, залізниці тощо) і житловими будинками, знижують рівень шуму на 5-10 %. Однак при неправильній посадці зелених насаджень відношенню до джерела шуму виходить протилежний результат. Наприклад, при посадці дерев з щільною кроною по осі вулиці із жвавим транспортним рухом зелені насадження будуть грати роль екрану, що відбиває звукові хвилі в напрямку до житлових будинків.

Декоративно-планувальна роль зелених насаджень

Винятково велике декоративно-планувальне значення зелених насаджень у сучасному місті. Яскраві забарвлення квітів, смарагдова зелень газонів, поєднання різних тонів і відтінків зеленого кольору листя, різноманітні крони дерев і чагарників оживляють місто, збагачують архітектурний ансамбль, що доставляє людям естетичну насолоду.

Вміло розташовані зелені насадження ліквідують монотонність міської забудови, що виникає в результаті застосування типових проєктів. Поєднання зелених насаджень з міською забудовою особливо ефективно, коли зелені насадження декорують нецікаві поверхні й споруди.

Роль зелених насаджень в організації відпочинку міського населення

Останнім часом значно загострилася проблема організації відпочинку міського населення, у якому значна роль належить зеленим насадженням. Зелене забарвлення листків, їх тихий шелест, наявність у повітрі фітонцидів, підвищений вміст у повітрі кисню надають сприятливу фізіологічну дію на нервову систему людини, зміцнюють здоров'я людини та покращують її працездатність.

Схематично організацію відпочинку міського населення можна уявити собі наступним чином.

Система внутрішньо квартального відпочинку розраховується безпосередньо на мешканців кварталу, груп житлових будинків мікрорайону й включає мережу майданчиків відпочинку й дитячих спортивних майданчиків, створених серед внутрішньо квартальних насаджень.

Система відпочинку серед міських зелених насаджень загального користування розраховується на жителів району або міста. Вона передбачає поєднання короткочасного відпочинку в скверах і бульварах з більш тривалим відпочинком у садах і парках. Найбільш повно організовується відпочинок у парках, де спеціально виділяються зони для тихого й активного відпочинку.

При проєктуванні окремих об'єктів озеленення загального користування враховують наявність культурно-історичних пам'яток, ландшафтну цінність об'єкта озеленення та місце його розташування в системі міста.

Система відпочинку на озелених приміських територіях розраховується на організацію відпочинку жителів міста й приміської зони та передбачає використання для цих цілей великих зелених масивів (лісів і парків). Рекомендується включати в зону заміського відпочинку зелені насадження, розташовані на відстані, що не перевищує 1,0-1,5 години їзди транспортом до місця призначення.

Соціальні основи озеленення міст

Значну роль відіграють зелені насадження в архітектурі міста. Древа і кущі служать прекрасним способом збагачення, а нерідко й формуванням ландшафту міста та займають провідне місце у вирішенні архітектури парків і садів. Рослинність володіє великою різноманітністю форм, кольору й фактури. Кулясті, пірамідальні, плакучі й багато інших форм дерев і чагарників, велика палітра забарвлення листя, квітів і стовбурів при шерстистій, гладкій, блискучій або матовій їх фактурі – усі ці декоративні властивості рослин відкривають найширші можливості для використання насаджень як одного із засобів вирішення ландшафтної архітектури міста. Ландшафтна архітектура – своєрідна галузь архітектурної творчості. У досвідчених руках архітектора насадження є містобудівним матеріалом, який дозволяє зробити сучасне місто затишним, менш прямолінійним і жорстким, більш ошатним, з виразними ансамблями, різноманітним і чітко вираженим силуетом, де житлові й громадські будівлі гармонійно поєднуються з відкритими просторами парків, садів, скверів, бульварів та інших видів озелених ділянок, що утворюють у своїй сукупності систему зелених насаджень міста.

Створення насаджень – це не тільки засіб поліпшення санітарно-гігієнічних умов життя в окремих населених пунктах, але й один з основних методів корінного перетворення природних умов цілих районів.

Свідоме використання людиною перерахованих функцій рослинного покриву у формуванні й оптимізації урбанізованого середовища утілилося в теорії й практиці фітомеліорації.

10.5. Завдання докорінного поліпшення комплексного озеленення міст і селищ в Україні

Нині загально визнано, що фітомеліоративний ефект повною мірою здатні забезпечувати високопродуктивні і життєздатні насадження. На жаль, ми змушені констатувати, що саме в озелененні багатьох міст і селищ України останнім часом виникли негативні тенденції – погіршення загального стану міських зелених насаджень, зменшення їх площ, обсягів посадок, кількості вирощуваного садивного матеріалу в декоративних розсадниках. Спеціалісти дійшли висновку, що існуючі зелені насадження у більшості міст часто-густо вже не в змозі виконувати очікувані від них середовищезахисні і декоративні функції.

Такий стан справ вимагає проведення широкомасштабних досліджень, орієнтованих на забезпечення докорінного поліпшення комплексного озеленення населених місць, на опрацювання і впровадження якісно нових підходів до здійснення озеленувальних і лісовідновлювальних робіт у зелених зонах міст, на пошук і розробку шляхів ефективнішого використання потенційних можливостей рослин для ослаблення шкідливого впливу забруднювачів атмосфери та створення якнайсприятливіших умов для життєдіяльності людини.

Важко переоцінити значення такого напрямку досліджень в Україні, особливо для її південного регіону, що характеризується низькою лісистістю і високим промисловим потенціалом. Насамперед це стосується великих міст, промислових центрів і агломерацій, де вплив антропогенних факторів на довкілля найбільш відчутний.

Варто підкреслити, що створення насаджень у районах із

розвинутою промисловістю та посиленням техногенним навантаженням на довкілля є надзвичайно складним завданням. Основними факторами навколишнього середовища, що перешкоджають успішному росту насаджень, є підвищена забрудненість повітря пилом і газами і дуже часто незадовільні ґрунтові умови як наслідок значної антропопресії. В зоні Південного Степу не останню роль відіграють посушливість клімату і пов'язаний з ним негативний вплив на ґрунти та рослинність.

Стосовно порушених питань на даний час накопичена значна інформація, але вона явно недостатня, щоб істотно впливати на практичні роботи в зеленому будівництві, оскільки висвітлюються або тільки фрагменти проблеми, або ж розробками охоплюються лише окремі конкретні райони, міста. Загалом, потрібно відповісти ще на багато питань – від оцінки газоакумулюючої здатності деревних рослин і вивчення їхньої реакції на забруднення повітря і ґрунту до удосконалення прийомів озеленення міських і промислових територій та ландшафтного формування насаджень у зелених зонах міст.

Отже, опрацювання теоретичних і прикладних питань створення зелених насаджень та їх використання для охорони і формування життєвого середовища залишаються актуальними і своєчасними.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

- 1. Яка роль зелених насаджень у поліпшенні навколишнього середовища?*
- 2. Які принципи побудови системи ландшафтно-рекреаційної зони?*
- 3. Назвіть класифікацію зелених насаджень.*
- 4. Що таке зелені насадження спеціального користування?*
- 5. Що таке зелені насадження майбутнього?*
- 6. Назвіть екологічні функції ботанічних садів та зоопарків.*
- 7. Що таке протипожежні зелені насадження?*

8. *Що таке бульвар?*

9. *Що таке лісопарк?*

10. *Який принцип вибору рослин для озеленення міста?*

11. ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

11.1. Вплив урбогенних факторів на життєвість вуличних насаджень

Інтенсивний розвиток автомобільного транспорту і концентрація його в містах призвели до значного забруднення міського середовища продуктами згоряння бензину та інших видів органічного палива. Як зазначалося раніше, у світі у 70-і роки ХХ ст. на автотранспортні викиди припадало майже 60 % забруднення атмосфери, на початку 90-х років – понад 70 %. На переконання спеціалістів, уже в 70-і роки у великих містах транспорт став основним джерелом забруднення повітряного середовища.

У середньому, кожний легковий автомобіль щогодини викидав в атмосферу близько 60 м^3 , а вантажний – до 120 м^3 відпрацьованих газів. Кількість вихлопних газів залежить від швидкості руху автомобіля. При безупинному русі з швидкістю 95 км/год вуглеводневих сполук і оксидів азоту виділяється в 2-3 рази менше, ніж при русі із швидкістю 30 км/год та на зупинках. З вихлопними газами автомобілів у повітря викидається велика кількість найрізноманітніших шкідливих речовин, серед яких переважають і є найважливішими з гігієнічної точки зору оксид вуглецю, оксиди азоту, оксиди сірки, вуглеводні, озон та ін. Окрім згаданих речовин, спільних для усіх типів двигунів, бензинові двигуни виділяють продукти, що містять свинець, нікель, кадмій, в окремих випадках хлор і бром. Токсикологічна дія кожного із наведених тут компонентів відпрацьованих газів на даний час достатньо вивчена і висвітлена в літературі.

Слід відмітити, що при визначенні концентрацій шкідливих речовин, які викидаються з вихлопними газами, у різних районах світу одержані подібні результати. Так, вміст оксиду вуглецю у вихлопних газах коливається від ледь виявлених концентрацій до $15\text{-}20 \text{ мг/м}^3$, а порогові

величини можуть досягати 125 мг/м^3 . Вміст оксиду азоту в перерахунку на діоксид азоту складає в середньому $0,2 \text{ мг/м}^3$, а на ділянках з інтенсивним рухом може досягати 2 мг/м^3 .

Серйозне занепокоєння викликає зростаюче надходження в навколишнє середовище речовин мутагенно активних, здатних уражувати генетичний код людини. У вихлопних газах автотранспорту до таких речовин відносяться свинець, оксиди азоту і вуглеводні. Особливу небезпеку становить прогресуюче забруднення навколишнього середовища сполуками свинцю, враховуючи обсяги цих викидів та їх високу токсичність. Середній нормально працюючий автомобіль, який витрачає 16,5 л бензину на 100 км пробігу, викидає в повітря щорічно майже 1 кг свинцю, при середньому вмісті його в бензині близько 500 мг/л. На 1 км пробігу це складає орієнтовно 60 мг. Надходження свинцю в атмосферу постійно зростає. Згідно з різними авторами, в 1970-1971 рр. щорічно разом із вихлопними газами автомобілів в атмосферу викидалося близько 350 тис. т – 1 млн т свинцю, при чому на США припадало 250 тис. т. Кількість свинцю, що виділялася з викидами автотранспорту, щорічно збільшувалася на 10 %.

Вміст свинцю в атмосферному повітрі трьох міст США коливався в середньому від 3 мкг/м^3 в центральних районах міста і промислових районах до 1 мкг/м^3 на околицях, а максимальна концентрація досягала 25 мкг/м^3 . Дослідження, проведені в Італії, узгоджуються з даними, отриманими у США. Найвищі концентрації свинцю зафіксовані в приземному шарі повітря на висоті 0,5 м у зв'язку з тим, що свинець має тенденцію осідати на поверхню землі. Метеорологічні умови істотно не впливають на вміст свинцю в повітрі, головним чином він залежить від інтенсивності руху автотранспорту. Середній вміст свинцю в повітрі Риму складає $4\text{-}4,5 \text{ мкг/м}^3$.

Низкою досліджень встановлено, що сполуки свинцю

характеризуються нейротоксичною дією і можуть накопичуватися в організмі людини, а найнебезпечніші вони для здоров'я дітей. Вміст свинцю в крові міського населення значно вищий, ніж у жителів сільських місцевостей (0,20 мг на 100 г крові проти 0,14). На трасах з високою насиченістю легкового автотранспорту потрапляння свинцю в організм людини може бути удвічі вищим. У значних дозах сполуки свинцю викликають хромосомні аберації у людей.

Свинець здатний накопичуватися тканинами рослин, вміст його при цьому зростає в багато разів. У ФРН, США, Японії, Швеції підвищені концентрації свинцю (до 789 мг/кг) виявляли в придорожній смузі завширшки до 300 м. Вміст свинцю поблизу автомагістралі Москва-Ленінград зростає в 5-8 разів у зерні пшениці і ячменю, у 26 разів у бульбах картоплі, у 4-7 разів у капусті і моркві, що орієнтовно у 5-10 разів вище гранично допустимої норми.

Отже, сполуки свинцю від вихлопних газів автомобілів можуть шкідливо впливати на здоров'я людей безпосередньо, прямо потрапляючи в організм людини, та опосередковано, накопичуючись у різноманітних сільськогосподарських продуктах.

Таким чином, уже в 70-і роки ХХ ст. було визнано актуальність і важливість проблеми боротьби із забрудненням повітря в містах вихлопними газами автомобілів. Були здійснені відповідні розрахунки і прогнози, згідно з якими передбачалось, що витрати, пов'язані з розв'язанням цієї проблеми, в найближчі 30 років зростуть майже у 100 разів. Зниження на 50% рівня даного забруднення повітря в містах склали б тільки для США економію 2 млрд доларів за рік. Ця цифра вказує, що забруднення середовища вихлопними газами автомобілів не тільки шкодить здоров'ю людей, але й несприятливо впливає на економіку.

Такий стан екологічної ситуації, що за обсягами забруднення урбанізованого середовища викидами автотранспорту і темпами його

зростання у великих містах уже в 70-і роки набувала загрозливого характеру, спонукав до обґрунтування відповідної тематики та розгортання робіт з вивчення й оцінки рівня забрудненості міського середовища вихлопними газами автомобілів, зокрема сполуками свинцю, з перспективою паралельного опрацювання заходів з поліпшення загального стану вуличних насаджень та їх оптимізованого використання для оздоровлення міського середовища.

Як уже відмічалось, проблема захисту повітряного басейну міст від забруднення вихлопними газами автомобілів уже в 70-і роки набула пріоритетного значення. Зрозуміло, що розв'язання її пов'язано з постійним удосконаленням транспортних засобів, посиленням контролю за вмістом і кількістю шкідливих речовин, які викидаються з вихлопними газами, зокрема введенням обмежень на вміст тетраетилсвинцю в бензині, посиленням контролю за технічним станом автомобільного транспорту, поліпшенням планування міських автомагістралей, регулюванням транспортних потоків тощо.

Поряд із цим вчені і спеціалісти неабияку роль відводять використанню деревних рослин як фітомеліорантів навколишнього середовища, насамперед створенню й утриманню в належному стані вуличних насаджень. Екологічна і санітарно-гігієнічна роль насаджень цієї категорії загальновідома. Неоціненні й безмежні можливості їх декоративного потенціалу у творенні архітектурно-художнього вигляду міста.

Зростаючи поблизу від джерела забруднення, деревні насадження на вулицях міста є ефективною механічною перешкодою на шляху поширення токсичних речовин. Наявність щільних посадок з кущами під наметом слугує надійним бар'єром, що обмежує поширення пилу і газів з проїжджої частини вулиці. Наприклад, живопліт заввишки 1 м і завширшки 0,75 м уздовж автомагістралі з інтенсивністю руху до 12 тис.

автомобілів за день поглинає близько 50 % вихлопних газів.

Проте слід відзначити, що для ефективного використання деревної рослинності у розв'язанні порушеної проблеми вкрай замало виконано науково-дослідних робіт. Створення й утримання вуличних насаджень є надзвичайно складним завданням і потребує наукових розробок та неабияких зусиль для практичного використання високопродуктивних і життєздатних насаджень. Адже тільки за таких умов можна розраховувати на належний фітомеліоративний і декоративний ефект.

На жаль, останнім часом все помітнішими стають ознаки погіршення стану міських зелених насаджень, зменшення їх площ, обсягів посадок, кількості вирощуваного садивного матеріалу в декоративних розсадниках. Існуючі насадження перебувають під загрозою втрати середовищевірної функції. Ситуація ускладнюється й тим, що в країні опинилася під загрозою розвалу і сама галузь зеленого будівництва. Отже на часі необхідність призупинення деструктивних процесів у зеленому господарстві міст, вжиття невідкладних заходів щодо поліпшення якості міських зелених насаджень і, в першу чергу, вуличних. Адже тільки життєздатні насадження, толерантні до умов урбанізованого середовища, зможуть виправдати своє призначення.

11.2. Акумуляція свинцю фотосинтезуючими органами деревних рослин

За загальною кількістю транспортних викидів в атмосферу (понад 230 тис тонн на рік) Київ посідає перше місце в Україні. Ймовірно припустити, що цей показник у найближчі роки буде зростати у зв'язку із збільшенням числа транспортних одиниць у місті (близько 1 млн 200 тис. авто у 2007 р.).

Для оцінки забрудненості міського повітряного середовища

вихлопними газами автомобілів було використано біологічний метод, що базувався на визначенні кількості свинцю, затримуваного листям деревних і кущових порід. Оскільки у міських умовах автотранспорт є найбільшим джерелом викидів свинцю в навколишнє середовище, кількість утримуваного листям свинцю може слугувати об'єктивним показником ступеня забрудненості повітря вихлопними газами автомобілів.

Об'єктом дослідження були рослини деревних і кущових порід, що зростали у вуличних насадженнях на різному віддаленні від автотрас у районах найбільш інтенсивного руху легкових і вантажних автомобілів. За контроль правили рослини тих же видів у паркових насадженнях, значно віддалених від автотрас. Окрім досліджень в існуючих насадженнях, було закладено і польовий дослід. На різному віддаленні від автотраси з високою концентрацією автомобілів, переважно вантажних, були встановлені ящики з 3-річними саджанцями гіркогоаштана звичайного. В кожному ряду розміщували по 30 рослин. Ящики були наповнені однорідним, взятим з однієї ділянки, ґрунтом (чорнозем звичайний), що виключало будь-які відмінності в мікроелементному складі в різних варіантах дослідів.

Для визначення вмісту свинцю відбирали листя деревних і кущових порід, що широко використовуються в озелененні міст: гіркогоаштана звичайного, лип серцелистої і широколистої, клена гостролистого, тополі італійської, дельтолистої, бальзамічної, робінії звичайної та ін. Листя

Таблиця 11.1. Кількість зольних елементів, %, листі саджанців гіркогоаштана звичайного в польовому досліді; м. Київ, 1975 р.

Ряд	Відстань дослідних рослин від автотраси, м	Зольність	
		через один місяць після садіння	через два місяці після садіння
1	Безпосередньо біля	9,4	13,7
2	10	6,1	8,0
3	35	5,1	7,2

брали з дерев, розташованих на різному віддаленні від автотрас у два терміни – в травні-червні і вересні. За контроль правили паркові і інші насадження, що зростали на значній віддалі від автотрас. Відібрані зразки озолювали при температурі не вище 500° С і далі методом спектрального аналізу в золі визначали вміст свинцю. Максимальний вміст золи відмічається в листі деревних і кущових порід, що зростали безпосередньо біля автотрас, мінімальний – при найбільшій віддаленості. В процесі вегетації зольність листків рослин, що зростали поблизу автотрас, підвищується в значно більшому ступені, ніж розташованих на деякому віддаленні. Особливо чітко ця закономірність спостерігається в умовах польового досліду.

Найінтенсивніше накопичення зольних елементів виявлено в 10-метровій зоні. На віддалі більше 10 м від автотраси різниця в накопиченні зольних речовин стає не такою значною. Отже, вихлопні гази автомобілів є основним джерелом забруднюючих речовин, які значно підвищують зольність листя. Аналогічні дані отримані для всіх досліджуваних порід у зелених насадженнях, розташованих у зонах інтенсивного руху автотранспорту. Слід відмітити, що в умовах польового досліду вологість листків рослин, які знаходилися поблизу автотраси, була дещо нижчою, ніж у рослин, віддалених від автотраси. Так, у першому ряду вологість листків гіркокаштана звичайного становила 58,9%, у другому ряду на віддалі 10 м від дороги – 61,4 %, а в третьому ряду на віддалі 35 м – 61,3 %.

Таким чином, розташування рослин по відношенню до автотраси виступає вирішальним фактором, що впливає на зростання зольності листків під впливом викидів автотранспорту за ідентичності ґрунтових умов, віку рослин, умов зрошування і рельєфу.

Така ж закономірність встановлена і для свинцю. Максимальна кількість цього елемента міститься в листі деревних і кущових порід, що зростають у безпосередній близькості від автотрас, при віддаленні від

автотрас вміст свинцю в листі різко знижується. За даними польового дослідження, вміст свинцю в листі гіркокаштана звичайного, що зростає поблизу дороги, складає 43,2 мг/кг сухої речовини, а на віддалі в 10 м – 6,1 мг/кг, тобто був у сім разів нижчим.

Як показали результати визначення свинцю в листі дорослих дерев, максимальною утримуючою здатністю по відношенню до цього елемента вирізняються листки гіркокаштана

Максимальні величини накопичення свинцю в листі деревних рослин відмічено на автотрасах з високою інтенсивністю легкового автотранспорту, а в зоні доріг з високою інтенсивністю вантажного автотранспорту вміст свинцю в листі гіркокаштана був значно нижчим. Ідентичні дані отримано і для тополі, яка поряд з гіркокаштаном є однією з найпоширеніших порід у м. Києві.

У м. Дніпропетровську характер накопичення свинцю листям гіркокаштана був аналогічним його накопиченню в умовах Києва (табл. 11.2). У верхній частині міста, де насадження краще провітрюються, вміст свинцю в листі гіркокаштана був нижчим, ніж у слабо провітрюваній низинній частині міста. Високою утримуючою здатністю стосовно свинцю вирізняються поряд з каштаном клен гостролистий та липа широколиста. Відповідно фоновий вміст свинцю в листі гіркокаштана був вищий в низинній частині міста, що свідчить про повільну дифузію вихлопних газів через зелені насадження.

Привертають увагу чіткі відмінності в динаміці накопичення свинцю листям деревних порід залежно від віддаленості від автомагістралі. Якщо на значному віддаленні від автотрас вміст свинцю в листі гіркокаштана та інших порід мало змінювався протягом осінньо-літнього періоду, то в листі дерев, розташованих у безпосередній близькості від автотраси, спостерігалось багатократне збільшення вмісту свинцю до кінця вегетаційного періоду.

Таблиця 11.2. Кількість зольних елементів, %, і свинцю, мг/кг, у листі деревних рослин; м. Дніпропетровськ, 1975 р.

Вид	Місцезростання рослин	Зольність, %		Вміст свинцю,	
		Весна	Осінь	Весна	Осінь
Верхня частина міста					
Гіркокаштан звичайний	1 -й ряд, біля дороги	10,9	14,9	4,36	266,0
	У глибині парку.	8,1	11,9	2,5	3,2
Клен гостролистий	1 -й ряд, біля дороги	10,7	13,15	36,4	37,7
	У глибині парку	8,7	11,0	5,0	7,5
Липа широколиста	1 -й ряд, біля дороги	12,0	16,3	4,3	38,6
	У глибині парку	9,9	11,1	2,9	4,3
Нижня частина міста					
Гіркокаштан звичайний	1-й ряд, біля дороги	12,2	14,9	7,1	837,9
	У глибині парку	9,45	11,7	7,8	13,4
Клен гостролистий	1-й ряд, біля дороги	13,0	16,7	5,2	304
	У глибині парку	10,3	12,0	2,6	51,4

Отримані результати свідчать, що перші ряди дерев беруть на себе основну частину вихлопних газів, і максимальна кількість свинцю осідає на листі деревних і кущових порід, що зростають поблизу автотрас. Орієнтовні розрахунки показують, що 1 кг сухої речовини листя може затримувати за день на своїй поверхні близько 1-3 мг свинцю. Таким чином, міські зелені насадження відіграють значну роль в очищенні повітряного басейну від шкідливих речовин, що містяться у викидах автотранспорту. Вони є ефективним природним бар'єром на шляху вихлопних газів. Зеленим насадженням в умовах міста належить важлива

захисна функція і це необхідно враховувати під час створення нових насаджень.

Високою утримуючою здатністю по відношенню до свинцю вирізняються і кущові породи, що зростають уздовж автотрас, особливо таволга Ван-Гутта і бирючина звичайна. Так, максимальне накопичення свинцю цими породами може досягати 270 мг/кг сухої речовини. Це вказує на те, що й кущі здатні відігравати важливу роль у захисті міського повітряного басейну від шкідливих викидів автотранспорту.

Для вивчення впливу забруднення повітря викидами автотранспорту на ріст саджанців деяких порід нами було закладено польовий дослід поблизу автотраси (м. Київ, бульвар Дружби народів, 1976 р.). Уздовж автотраси на різному віддаленні від неї були вириті траншеї глибиною 0,7 м і шириною 0,4 м і заповнені однорідним ґрунтом. Максимальне віддалення від автотраси, складало 16 м, мінімальне – 0,5 м. Траншея другого ряду знаходилася на віддалі 5 м від автотраси. В траншеї висаджували гірकोкаштан звичайний, дуб звичайний, таволгу Ван-Гутта, бузок звичайний. У деревних і кущових порід, висаджених безпосередньо біля траси, було відзначено пригнічення росту, недорозвиненість листової поверхні в порівнянні з рослинами контрольної групи, більш раннє опадання листя. У таволги Ван-Гутта під впливом вихлопних газів затримувалося цвітіння. В цілому слід відмітити, що значно вищою стійкістю проти вихлопних газів вирізнялися дуб звичайний і бузок звичайний. Менш стійкими виявилися молоді рослини гірकोкаштана звичайного і таволги Ван-Гутта. Це вказує на необхідність висаджувати дані породи на віддалі від автотрас не менше ніж за 2-3 м.

Разом із тим, в умовах міста рівень накопичення свинцю у рослин паркових зон вищий, ніж у природних дібровах. Так, згідно з даними Н.М. Цветкової, вміст свинцю в листі різних порід, що зростали в долині р. Самари коливався в межах 1,4-2,3 мг/кг. В умовах м. Дніпропетровська

мінімальний вміст свинцю в листі деревних порід уже на початку вегетаційного періоду складав 2,5-7,8 мг/кг, а на кінець вегетації у різних порід у парковій зоні досягав у середньому 3,2-13,4, а в окремих випадках і більше; ще вищим фоновий вміст свинцю виявився в умовах м. Києва, навесні – 6,4-16,9 мг/кг, восени – орієнтовно 10,3-20,0 мг/кг. Це пояснюється підвищеним вмістом свинцю в повітрі міст та його здатністю поширюватися на значні віддалі від автотрас.

11.3. Аналіз видового складу та стан деревних рослин у вуличних насадженнях (на прикладі м. Києва)

Для успішного вирішення комплексу питань, пов'язаних з формуванням міського ландшафту і поліпшення його еколого-естетичної цінності, необхідні знання сучасного стану і таксономічного складу міських зелених насаджень та умов місцезростання рослин в урбанізованому середовищі.

Для обстеження вуличних насаджень використали п'ятибальну шкалу оцінки стану деревних рослин. Основним дійовим показником біологічного стану рослин було прийнято визначення стану їх асиміляційного апарату, оскільки втрата фотосинтезуючої листкової поверхні внаслідок усихання гілок чи частини крони дерева, або некрозів та хлорозів листя неминуче призводить до ослаблення росту, а в окремих випадках і до летальних наслідків. Тому за цією шкалою категорія стану рослин визначалася за відсотком недіючої або втраченої фотосинтезуючої (листкової) поверхні. Деревя без помітних ознак пригнічення росту з повноцінною листковою поверхнею оцінювали у 5 балів; дерева, що мають близько 20-25 % недіючої поверхні – 4 бали; дерева з ослабленим ростом та близько 50 % недіючої листкової поверхні – 3 бали; дерева з пригніченим ростом, приріст поточного року майже відсутній, мають

близько 75-80 % недіючої листової поверхні – 2 бали; всихаючі, без поточного приросту дерева з 100 % недіючою листовою поверхнею – 1 бал.

Було обстежено насадження на 43 вулицях Києва, що в цілому відображають загальний стан і видовий склад вуличних насаджень міста. За узагальненими даними простежується досить невтішна картина стосовно розподілу дерев як за категоріями стану, так і за видовим складом.

Перш за все треба вказати на бідність асортименту деревних рослин у вуличних насадженнях. Найповніше представлені види роду липа (39,0%), гіркокаштан звичайний (22,2%), тополя італійська (20,8%) – разом 82,6 %, потім клени гостролистий (4,0%) і цукристий (3,8%), тополя дельтолиста (5,1%). На решту 7 видів припадає 4,5% від загальної кількості дерев. За станом листової поверхні тільки половина дерев оцінена 4 або 5 балами і, отже, відповідає вимогам з погляду виконання ними фітомеліоративних і декоративних функцій.

Загрозливого характеру в міських зелених насадженнях м. Києва набуло поширення омели білої (*Viscum album* L.). Омела належить до родини *Viscaceae*, яка охоплює 8 родів і орієнтовно 450 видів, що зростають переважно у субтропіках і тропіках. *V. Album* зустрічається на більшій частині Європи від 55 гр. північної широти на південний схід до Кавказу. Розрізняють три підвиди: *V.a. ssp. abietis* (паразитує на видах смереки), *V.a. ssp. austriaca* (сосна, ялина), *V.a. ssp. album* (на видах 36 родів листяних порід). За Г.Серебряковою, омела – це західно-європейська рослина, в колишньому Радянському Союзі поширена в західних і південно-західних районах. Омела досить відома як лікарська і як декоративна рослина. З нею пов'язані численні напіврелігійні міфи. Звичай прикрашати омелою житло (як це прийнято на Різдво) сягає в язичницькі часи. А.В. Цильорик, В.Д. Бодяка відзначали роль омели білої в

оздоровленні навколишнього середовища.

За способом живлення омела біла – багаторічний вічнозелений квітковий напівпаразит, що оселяється на стовбурах і гілках деревних рослин, при достатній кількості поживних речовин утворює розкішні кущі. В рамках симбіозу омела, поглинаючи мінеральні поживні речовини, виснажує дерев-господарів. Омела тополина бере у дерева-господаря найбільшу кількість мінеральних речовин (9,075 кг на 100 кг їхньої сухої речовини), далі – омела липова (7,943 кг) і омела горобинова (7,939 кг). У цьому відношенні *V.album*L. значно шкідливіша, ніж омела хвойна і, особливо, омела дубова.

Омела паразитує на дереві, поглинаючи воду, мінеральні речовини і, можливо, вуглеводи. Як наслідок окремі гілки і частини дерева можуть відмерти або ж на них утворюються пухлини, виразки, «відьмині мітли». Опірність дерева-господаря проти захворювань дуже зменшується. Уражені омелою гілки легко обламуються вітром. Шкідливість її залежить від ступеня ураженості насаджень. Цілковита втрата ними декоративності, передчасна суховершинність дерев та різке зниження енергії росту й урожайності — ось неповний перелік того, що несе з собою паразитування омели в паркових, вуличних насадженнях, а також у внутріквартальному озелененні міста (11.3).

Вивченню й оцінці ураженості деревних порід омелою присвячені роботи багатьох дослідників. Перші ж повідомлення про появу омели в Україні датуються 1912 роком.

У 1960 р. М.А. Кохном омелу зафіксовано в околицях м. Києва на таких екзотах, як ясен зелений, бархат амурський, горіх сірій, клен цукристий та ін. У Голосіївському лісі у великій кількості вона паразитує на липі серцелистій, березі повислій, грабі звичайному, глоді одноматочковому, груші лісовій і клені польовому, клені татарському, вільсі чорній, вербі ламкій, яблуні лісовій та інших породах.

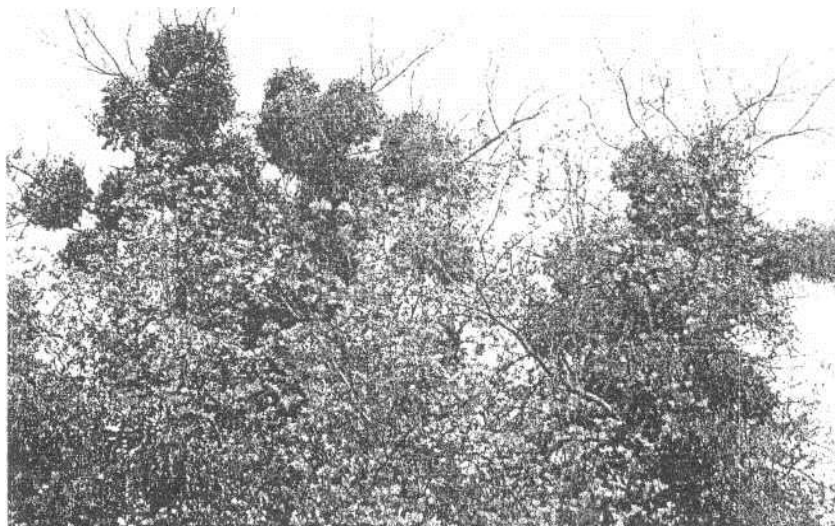


Рис. 11.1. Відмирання крони у дуба болотяного - результат ураження омелою, червень 2003 р., НБС НАН України

За результатами пробних обстежень та аналізу літературних даних була опрацьована методика бальної оцінки ушкодженості деревних рослин омелою:

5 балів – не пошкоджені.

4 бали – мало пошкоджені. Дерева, крона яких уражена не більше, ніж на 20-25 відсотків (до 5 шт.).

3 бали – середньої пошкоджуваності. Дерева, крона яких уражена від 30 до 50 відсотків (6-15 шт.).

2 бали – сильно пошкоджені, дерева, крона яких уражена від 60 до 80 відсотків (16-24 шт.).

1 бал – дуже сильно пошкоджені.

Виявлено досить широкий видовий склад деревних рослин-господарів омели, які використовуються в паркобудівництві. Серед них як аборигенні, так і інтродуковані. Особливо сильно омелою уражені клени гостролистий і цукристий, робінія звичайна, тополя дельтолиста, липа серцелиста. Рідше можна спостерігати омелу на горобині звичайній, ясені звичайному, гіркокаштані звичайному, березі повислій, грабі звичайному.

Насадження на об'єктах внутріквартального озеленення найбільше

уражені омелою. Згідно з оцінкою за 5-бальною шкалою, переважають рослини, які відносяться до I-II балу ураженості.

У вуличних насадженнях найчастіше уражаються клен цукристий, тополя дельтолиста, поодинокі уражені горобина звичайна, липа серцелиста, клен ясенolistий.

А.В. Цилюриком омелу було виявлено на 37 видах деревних рослин із 12 родин. Дослідженнями були охоплені і приміські ліси м. Києва. За іншими спостереженнями, список рослин-господарів налічує 30 видів 12 родин. Порівнюючи результати різних досліджень доходимо висновку, що омела продовжує паразитувати практично на тих же самих видах, але на окремих відмічається масове поселення. Є випадки як суцільного, так і осередкового ураження.

Крім того, в насадженнях на вулицях міста виявлена дуже велика кількість дерев із механічними пошкодженнями стовбура і скелетних гілок транспортом та іншими технічними засобами. Масового характеру набуло обпилювання гілок великого діаметра для “підняття” крони, оскільки при садінні допускалося використання нестандартного садивного матеріалу (з реформованим штаблом).

Підсумовуючи, відзначимо, що для оздоровлення озеленувальних насаджень міста в першу чергу треба сконцентрувати увагу на збагаченні і збалансованому доборі видового складу дерев і кущів, санітарно-оздоровчих заходах, удосконаленні агротехніки створення насаджень та догляду за ними з урахуванням особливостей умов місцезростання на вулицях.

**Список деревних рослин,
уражених омелою білою в зелених насадженнях м. Києва
1997 р.**

***Aceraceae* Juss.**

<i>Acer campestre</i> L.	Клен польовий
<i>Acer negundo</i> L.	Клен ясенolistий
<i>Acer platanoides</i> L.	Клен гостролистий
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Клен-явір
<i>Acer saccharinum</i> L.	Клен цукристий
<i>Acer tataricum</i> L.	Клен татарський

***Betulaceae* S.F. Gray**

<i>Alnus glutinosa</i> L.	Вільха чорна
<i>Betula pendula</i> Roth.	Береза повисла

***Corylaceae* Mirb.**

<i>Carpinus betulus</i> L.	Граб звичайний
----------------------------	----------------

***Fabaceae* Lindl.**

<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Робінія звичайна
--------------------------------	------------------

***Fagaceae* Dumort.**

<i>Quercus rubra</i> L.	Дуб червоний
-------------------------	--------------

***Hippocastanaceae* Torr. Et Gray**

<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Гіркокаштан звичайний
----------------------------------	-----------------------

***Juglandaceae* A. Rich. Ex Kunth**

<i>Juglans nigra</i> L.	Горіх чорний
-------------------------	--------------

***Oleaceae* Lindl.**

<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Ясен звичайний
------------------------------	----------------

***Rosaceae* Juss.**

<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Глід одноматочковий
<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	Черешня
<i>Padus avium</i> Mill.	Черемха звичайна
<i>Pyrus communis</i> L.	Груша лісова
<i>Malus domestica</i> Borkh.	Яблуня домашня
<i>Malus sylvestris</i> Mill.	Яблуня лісова
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Горобина звичайна

***Salicaceae* Mirb.**

<i>Populus alba</i> L.	Тополя біла
<i>Populus bolleana</i> Lauche	Тополя Болле
<i>Populus deltoides</i> Marsh.	Тополя дельтолиста
<i>Populus canescens</i> Ait.	Тополя сіра
<i>Populus nigra</i> L.	Тополя чорна
<i>Salix fragilis</i> L.	Верба ламка

***Ulmaceae* Mirb.**

<i>Celtis occidentalis</i> L.	Каркас західний
-------------------------------	-----------------

***Tiliaceae* Juss.**

<i>Tilia cordata</i> Mill.	Липа серцелиста
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Липа широколиста

11.4. Еколого-технологічні і біологічні засади оптимізації формування вуличних насаджень

Фітомеліорація – напрям прикладної екології, який полягає у дослідженні, прогнозуванні і використанні рослинних систем для поліпшення геофізичних, геохімічних, біотичних, просторових і естетичних характеристик навколишнього оточуючого людину середовища, проектуванні і створенні штучних рослинних угруповань (включаючи цілеспрямоване використання природних рослинних фітоценозів) з високими властивостями перетворення фізичного середовища. Залежно від комплексу поставлених завдань, виділяють наступні напрямків фітомеліорації міського середовища: меліоративна, інженерно-захисна, рекреаційна, архітектурно-планувальна та естетична (фітодизайн). Важливе місце відводиться фітомеліорації девастованих ландшафтів – еродованих земель, кар'єрів, звалищ, териконів тощо.

Меліоративна функція. Фітоценоз перебуває в єдності із середовищем, фактори якого можна умовно розділити на ґрунтові (едатоп), кліматичні (кліматоп), біотичні; антропогенний фактор, який став самим визначальним. Фітомеліорація, насамперед, впливає на едатоп, поліпшуючи родючість ґрунтів. Ріст рослинності (у першу чергу дерев) залежить від обсягу ґрунтової товщі, займаної коріннями, від наявності ґрунтової вологи й живильних речовин у цій товщі. Для ландшафтів з невеликими антропогенними впливами достатні заходи природоохоронного характеру, щоб відновити функції ґрунтів і зелені зони. Створення таких фітоценозів, які забезпечували б поліпшення санітарно-гігієнічних умов життя, у тому числі відпочинку жителів.

Естетична функція. Найбільші естетичні оцінки в місті мають складні біогрупи, з деревами й чагарниками, з високо декоративним листям, квітами й плодами, а також хвоїн, що зберігають свою декоративність незалежно від пори року. Ботанічні й інші сади в місті,

заповідники, заказники, пам'ятники садово-паркової культури, насадження навчальних закладів, парки, екологічні тропи й т.п. збагачують видову різноманітність і одночасно служать пізнанню природи. У проектах екологічних кварталів і еко-сіті постійно зустрічаються плодоносні й інші сади, що служать екологічному вихованню.

Фітомеліорація дозволяє суттєво гуманізувати вегетативний вигляд сучасного міста шляхом уведення звичних для людини й приємних природних силуетів, форм, масштабів, квітів. Прийоми фітодизайну численні. Озеленення може служити об'єднанню розрізної забудови (функція об'єднання); закривати неприємні міські пейзажі або, навпаки, відкривати привабливі види (візуальне регулювання). Група дерев може акцентувати увагу на якому-небудь елементі міського ландшафту (функція посилення). Дерева з оригінальними кронами, плодами, можуть додатково привернути увагу до одноманітного ландшафту (функція залучення). Поруч із прямокутними силуетами сучасних будинків доцільна посадка рослин з м'якими силуетами крон (функція зм'якшення). Є й інші прийоми фітодизайну (відволікання, виразність, нагадування тощо), комплексне застосування яких дозволяє суттєво поліпшити зорове сприйняття міста.

Рекреаційна функція. Особливо сильно рослини підвищують потенціал близької рекреаційної зони, що розташовується поблизу місць проживання, роботи. При цьому Найбільш ефективна й естетична функції рослин.

Інженерно-захисна функція. Міська фітомеліорація може відіграти найважливішу інженерно-захисну роль, протидіючи ряду негативних латеральних потоків: снігових, пилових, димових, водних, ґрунтових. Рослини можуть відігравати фітодренажну роль на перезволожених ґрунтах.

Архітектурно-планувальна функція. Рослини – істотна частина ландшафтної архітектури міста.

У системі фітомеліорації певну позитивну роль можуть відіграти інтродуценти – рослини з інших регіонів. Інтродукція здавна й успішно застосовується при озелененні міст. Використання для міського озеленення рослин, що виростають у різних ботаніко-географічних зонах Землі, часто визначається їхньою толерантністю до кліматичних умов. У процесі інтродукції рослин ґрунтові умови менш важливі ніж кліматичні. Як показує досвід, при інтродукції рослин з більш південних і теплих регіонів, негативний вплив виявляють низькі температури, заморозок. Основна умова гарної інтродукції таких рослин – їх морозостійкість, тобто здатність переносити негативні температури. Найкраще інтродукуються види, що виростають у кліматичних умовах, що не дуже сильно відрізняються від місць, інтродукції. Краще вводити рослини з областей-аналогів або з географічно й екологічно близьких областей.

Природні й поліпшені культурні ландшафти являються основою екологічного каркаса міста – об'єднаних зеленими коридорами, зеленими клинами ділянками природи різної площі, що переходять друг у друга.

Ідеальний екологічний каркас міста й регіону повинен мати вигляд мережі з рівномірно розподіленими по площі «гніздами» природи, що включають у себе всі компоненти природних і культурних ландшафтів – лісів, парку, річок, озер, лук, лощини, височини, скверу, садів і тощо. Коридорами – стрижнями, що з'єднують гнізда, можуть бути також природні компоненти – річки, струмки, лісосмуги, клини лісів і луків і інші протяжні й вузькі природні об'єкти. При їхній відсутності необхідне створення культурних зелених коридорів, які можуть супроводжуватися формуванням нових «гнізд» каркасу, якщо їх площа на території міста мала або їх число невелике.

Культурні ландшафти міста, поліпшені за допомогою фітомеліорації, можуть стати стійкими островами здоровішого середовища життя в складній мозаїці міських ландшафтів, що включає в себе «мертві»,

сильно- і слабо порушені, а також природні ландшафти. Як правило, зелені й промислові зони розподілені в плані міста нерівномірно й багато в чому випадково. Це не дозволяє створити гарний екологічний каркас. Як наслідок, потрібне екологічне обґрунтування якості середовища.

Культурні зелені коридори можна створювати в сформованій структурі міської забудови такими способами:

- знос малоцінних будинків, споруд і обладнання на їхньому місці зелених коридорів;
- перенос лінійних інженерних об'єктів під землю на незначну глибину й створення зелених коридорів на раніше застійних територіях;
- будівництво спеціальних коридорів (переходів) над і під транспортними та інженерними магістралями .

Додання існуючому неекологічному місту екологічних властивостей необхідно здійснювати шляхом витиснення й заміщення старих, що не представляють історичної цінності об'єктів. Таке заміщення повинне носити «м'який», поступовий характер. Найбільш ефективні при цьому наступні заходи: перенос об'єктів у підземний простір; індустриальне переміщення за територію міста; ліквідація об'єктів; зміна способу використання; екологічна реконструкція; екологічна реставрація ландшафтів.

Використання фітомеліоративних систем припускає залучення механізмів зміни незаселеного середовища, заснованої на принципах *компенсації* (наприклад, заповнення запасів кисню повітря, спожитого населенням, промисловістю і енергетикою), *опірності* зовнішній дії (наприклад, здатність слабо чутливих до газопилового забруднення рослин поглинати домішки з атмосфери) і *покращення якості повітря* (наприклад, виділення фітонцидів).

Крім традиційних функцій, що виконує рослинний блок у будь-якій екосистемі, а саме – виробництво первинної продукції в результаті

фотосинтезу, споживаної потім консументами й редуцентами (після відмирання частин рослин), і формування життєвого простору для консументів і редуцентів (функція утворення середовища), в урбоекосистемі істотне значення набувають такі функції рослинності, як:

- охолодження міського «острову тепла» за рахунок збільшення альбедо поверхні й транспірації:

- стабілізація вітрового режиму, «розвантаження» повітряних мас; збільшення відносної вологості повітря і «згладжування» її добових і сезонних коливань:

- виділення кисню (як побічного продукту фотосинтезу) в атмосферу: збільшення концентрації негативно заряджених іонів (сприятливо впливають на здоров'я людини) в атмосфері над деревинно-чагарниковими насадженнями:

- виділення біологічно активних речовин, що пригнічують розвиток патогенних агентів в атмосфері;

- поглинання забруднюючих речовин атмосферного повітря пилу й газів; зниження рівня шуму внаслідок поглинання енергії; затримання частини опадів і зменшення поверхневого стоку; у водних і болотних екосистемах формування умов аеробного розкладання забруднюючих воду речовин, поглинання біогенних елементів;

- поліпшення структури, збільшення проникності і у ряді випадків родючості ґрунтів:

- затримання снігового покриву й талих вод;

- закріплення сипучих ґрунтів, зниження рівня ерозії;

- поліпшення візуальних властивостей урбанізованих ландшафтів.

В озелененні вулиць міста переважають рядові посадки дерев у лунки в зонах тротуарів, поряд із проїжджою частиною. Умови

місцезростання дерев у таких насадженнях надзвичайно складні, оскільки вони визначаються окремою чи спільною дією численних негативних факторів: забрудненістю повітряного середовища пилом і газами, неправильним добором порід, обмеженим об'ємом ґрунту та обсягом живлення рослин (рис. 11.2), одностороннім виносом поживних речовин, недостатньою зволоженістю і засоленням ґрунту, недостатньою аерацією ґрунту внаслідок погіршення його фізичних властивостей, погіршення умов діяльності ґрунтових мікроорганізмів, накопиченням продуктів розпаду коренів тощо.

У числі факторів, що негативно діють на вуличні дерева, перше місце посідає автотранспорт, який не тільки отрує міське повітря шкідливими для дерев сполуками, але й ущільнює і забруднює ґрунт під деревами, завдає їм механічних пошкоджень, особливо при паркуванні на вулицях. А.М. Гродзінський і Т.К. Майко висловили припущення про можливість негативного впливу вібрації ґрунту, шуму від автотранспорту і інших механічних подразнювачів, що проявляється у розбалансуванні ростових речовин і насамкінець – у гальмуванні росту деревних рослин.

Небезпечно для дерев і зайве нагромадження у ґрунті іонів натрію і хлору внаслідок застосування хлористих солей для прискорення танення снігу й льоду в зимовий період, полив дерев хлорованою водою. За даними Н.П. Третьяка, в окремих випадках у верхньому (20 см) шарі ґрунту на вулицях Києва накопичувалось до 55-59 мг% хлору. NaCl у комплексі з відпрацьованими газами і маслами, низьким рівнем ґрунтових вод асфальтуванням і бетонуванням ґрунтової поверхні призводить до раннього опадання листя, відмирання гілок і звуження річних кілець у каштана, клена, верби, бука і липи.

До специфічних особливостей умов місцезростання насаджень вздовж міських вулиць відносяться також наявність асфальтового покриття в зоні тротуару, товщина якого разом з основою (інженерною підготовкою

грунту) може досягати 0,5 м і більше (рис. 11.3), велика кількість штучних ґрунтів, дуже неоднорідних за складом і властивостями, значні порушення гідрологічного режиму міських ґрунтів у зв'язку із зростаючими статичними навантаженнями в умовах забудови житлових кварталів багатоповерховими будівлями, підвищена щільність ґрунтів у міських умовах, зміна складу ґрунтового повітря, в тому числі і внаслідок можливих витоків із підземних газопроводів, електромагнітних полів і т.п.



Рис. 11.2. Ріст коренів гіркогоаштана звичайного в умовах обмеженого розмірами ями обсягу живлення. Затиснуті в „кам'яному мішку” корені гіркогоаштана скручуються в тугий клубок

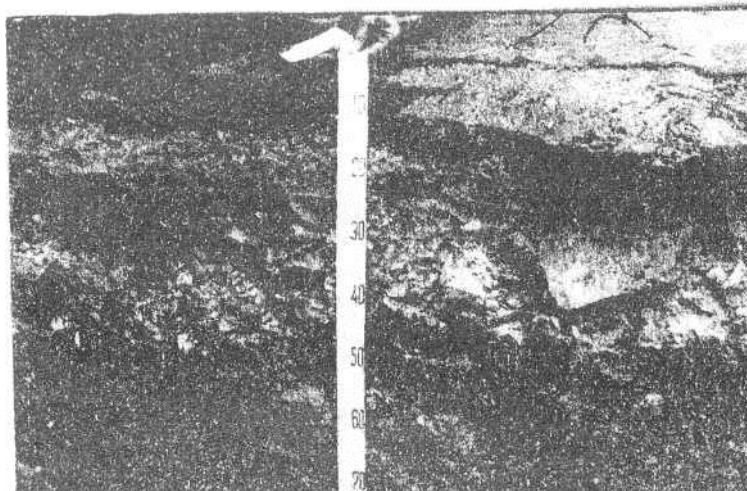


Рис. 11.3. Товща асфальтового покриття з основою тротуару може досягати 50 см і більше

Негативний вплив на ґрунт витоків природного газу під лінійними посадками сприяє розвитку аеробних мікроорганізмів і зниженню вмісту кисню у ґрунтовому повітрі, появі токсичних для рослин сполук (напр., етилену).

Передчасному відмиранню дерев в умовах міста сприяють часті розкопки траншей для прокладання нових чи ремонту існуючих підземних комунікацій, під час яких з одного боку ушкоджуються корені дерев, з іншого – погіршуються умови їх водопостачання внаслідок пониження рівня ґрунтових вод.

У зв'язку з ремонтними роботами на міських вулицях має місце механічне ушкодження кореневих систем дерев, підвищення висотних відміток полотна проїжджої частини дороги і тротуару, що супроводжується підняттям поребрика в пристовбурних лунках дерев. Внаслідок засипання землею таких лунок до рівня поребрика дерева стають надмірно заглибленими в ґрунт (рис. 11.4). Підвищення рівня ґрунту над кореневою шийкою часом сягає 0,5 м. У результаті створюються несприятливі умови для функціонування кореневих систем, а, отже, і для зростання дерев.

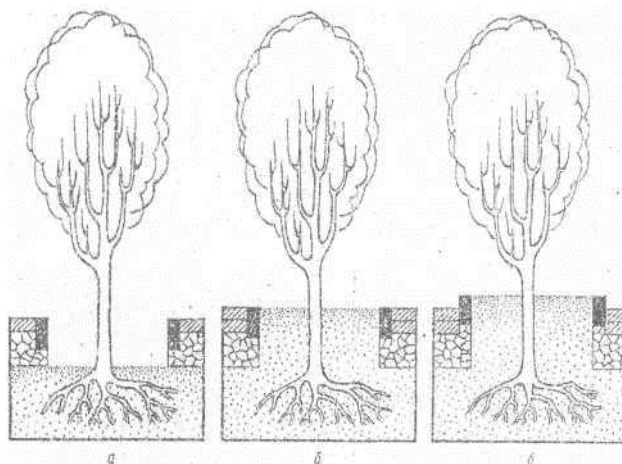


Рис. 11. 4. Схематичне зображення різних положень кореневої шийки деревних рослин на міських вулицях в зонах тротуарів:

***a* — оптимальне, коренева шийка на рівні поверхні ґрунту; *б-в-* неприпустиме (одна із помилок у практиці зеленого будівництва), коли з підвищенням відміток під час ремонту вулиць проводиться засипання дерев**

Успішний ріст насаджень в міських умовах, зокрема в Києві, значною мірою стримується повсюдним шаблонним використанням малоприсадибного низинного торфу для створення ґрунтового шару і для засипки садильних ям без урахування вимог висаджуваних дерев і кущів.

До негативних факторів міського середовища відносяться підвищена температура повітря при порівняно низькій його вологості.

Підсумовуючи наведені матеріали з оцінки умов місцезростання та загального стану вуличних насаджень, маємо відмітити, що збагачення їх новими видами і формами деревних рослин (декоративними, середовищевірними, толерантними до антропогенних впливів) є одним із важливих шляхів поліпшення справ у озелененні вулиць міста.

Наявний у колекціях ботанічних садів асортимент дерев і кущів та сучасний рівень знань з їх біології та екології дозволяють добирати рослини для будь-яких умов місцезростання й створювати життєздатні високодекоративні насадження на вулицях – в смугах між тротуаром і

проїжджою частиною, між тротуаром і забудовою, на ділянках скверів і майданів, вздовж вулиць. При такому підході до формування декоративних насаджень в плані вулиці на віддалених від проїжджої частини ділянках може бути використаний більш вишуканий асортимент рослин у вигляді солітерів, ландшафтних композицій, кам'янистих садів, вертикального озеленення, квіткового оформлення тощо. Для цієї мети, за результатами дендроекологічних досліджень в НБС НАН України, уже зараз можуть бути запропоновані 8 видів та 16 форм клена, 5 видів гіркокаштана, 15 видів берез, 10 видів липи, 20 видів бузку та їх сортове розмаїття, магнолії, представники родів Кладрастис, Десмодіум, Карія, Лапина та багато інших видів і форм деревних рослин.

До першочергових завдань у галузі зеленого будівництва слід віднести посилення служби санітарного захисту насаджень для запобігання та своєчасного вжиття заходів боротьби з шкідниками в зв'язку з екологічними особливостями міського середовища і підвищеною вразливістю міських зелених насаджень. Треба звернути увагу на своєчасне видалення сухостійних і фаутних дерев у вуличних насадженнях, особливо небезпечних як розсадників і поширювачів хвороб, та для запобігання можливих надзвичайних ситуацій, пов'язаних з вітровалом.

Із заходів боротьби з омелою найбільш надійним в умовах міста залишається механічне видалення уражених омелою гілок, а при дуже сильному ураженні – повне видалення дерев. Обрізка сильно уражених гілок через 2-3 роки визнана одним із найефективніших заходів боротьби з омелою в плодкових садах, в зонах зелених насаджень і на вулицях міст (США). На період боротьби з омелою рекомендується обмежити використання в нових посадках робінії звичайної, тополі дельтолистої, кленів сріблястого і ясенелистого, як таких, що найбільш уражуються в умовах м. Києва. Треба мати на увазі, що видалення дерев тополі

дельтолистої чи омолоджувальна обрізка її крони заодно стане ефективним запобіжним заходом і проти забруднення повітря “пухом” під час плодоношення. Стосовно клена ясенolistого –Lewisii Imber відносять його до переліку деревних рослин, пилок яких в умовах Північної Америки викликає найбільш гостру алергійну реакцію. Отже, і за цими міркуваннями, його участь в насадженнях повинна обмежуватись.

Цілком припустимо, що у перспективі належне місце займе використання хімічних способів боротьби з омелою. В цьому напрямі уже є певні розробки, наприклад, з вивчення дії гербіцидів 2,4-ДВ, гліфосата та інших шляхом обприскування фотосинтезуючої поверхні рослин омели. У майбутньому можуть бути задіяні і біологічні методи, зокрема використання грибів – надпаразитів, які виявлені на омелі білій і віднесені до роду *Russiniasp.* Проте цей захід потребує подальших досліджень.

Велику роль має відігравати агротехніка створення насаджень та догляду за ними, насамперед добір рослин відповідно до умов місцезростання, використання високоякісного садивного матеріалу, правильно викопаного у розсаднику і ретельно підготовленого до посадки.

Особливого значення набувають: забезпечення оптимальних умов аерації ґрунту шляхом поліпшення його структури і за допомогою дренажу; стеження за складом ґрунтового повітря; мульчування ґрунту в пристовбурних лунках; підбір порід з вираженою стрижневою кореневою системою для висаджування на вузьких тротуарах при обмежених можливостях збільшення розмірів садильних ям, технологія підготовки ям – окремими спеціалістами рекомендується готувати ями з нерівними стінками для кращого сполучення внесеного ґрунту з оточуючим ґрунтом; при обхваті стовбура 18 см рекомендуються розміри садильних ям 2х2х1 м.

Важливо дотримуватися правил обрізування крон дерев. Заслуговує на увагу запропонована лісовою службою США нова технологія

обрізування гілок. Ця технологія базується на визначенні «контактної лінії» між гілкою і стовбуром та зони кріплення гілки до стовбура, за якими й встановлюється місце обрізки, що не завдає шкоди дереву. Формування крон дерев повинно здійснюватись у міру їх розвитку. Неприпустимо видалення великих гілок для вигонки штамба потрібної висоти. Дуже важливо зосередити увагу на запобіганні механічним пошкодженням дерев у вуличних насадженнях.

Для посилення фітомеліоративної ролі насаджень на вулицях міста перспективне ширше використання в посадках кущів, особливо в смузі між тротуаром і проїжджою частиною. Для цієї мети можуть бути рекомендовані, окрім загальновідомих видів, бузки пекінський і дрібнолистий, верба пурпурова, жасмин садовий.

У перспективі не обійтись і без капітальних робіт з реконструкції транспортних автомагістралей. Так, деякі бульвари із-за інтенсивного транспортного потоку втратили свою роль як зони для прогулянок та пішохідного руху і перетворились в розділювальні смуги. Отже, в окремих випадках від них (бульварів) можна відмовитись, розширивши проїжджу частину і пішохідні території поблизу будинків.

Здійснення названих заходів сприятиме формуванню життєздатних і високодекоративних вуличних насаджень та посиленню їх ролі в еколого-естетичному поліпшенні ландшафту м. Києва. Висвітлені проблеми озеленення вулиць Києва є загальними і характерними для інших міст України.

11.5. Класифікаційна характеристика фітомеліоративних систем окремих ландшафтів

Будь-яке рослинне угруповання природного або штучного походження, що використовується з метою меліорації навколишнього

середовища людини, є фітомеліоративною системою. Для класифікації фітомеліоративних систем використовують різні ознаки.

По-перше, залежно від того, рослини яких життєвих форм переважають у складі фітомеліоративних систем, розрізняють деревино-чагарникові насадження, трав'янисті наземні спільноти та водно-болотні спільноти.

Що стосується водно-болотних фітомеліоративних систем, то фітоценози бувають природними й штучними (останні в Україні отримали назву біоплато), а залежно від приналежності видів рослин до різних екологічних груп за ознакою умов зростання їх підрозділяють на такі типи:

- з переважанням рослин повітряно-водної групи;
- з переважанням напівзанурених і занурених рослин;
- з переважанням плаваючих рослин;
- комбіновані.

За походженням і ступенем участі людини в контролі функціонування рослинних систем розрізняють:

- культурні фітоценози: рослинні угруповання, створені людиною для отримання первинної продукції (поля, сади, газони й т.п.);
- штучні рослинні угруповання, що не мають фітоценотичної структури (штучні вуличні або внутрішньоквартальні насадження, з штучними покриттями між окремими деревами):
 - спонтанні фітоценози: порушені природні спільноти й спільноти синантропних рослин;
 - природні фітоценози.

По-третє, за ознакою цільового використання фітомеліоративні системи ділять на такі категорії:

- спеціальні, які не використовуються з метою отримання первинної продукції, чи ті, що експлуатуються в певному режимі (парки, сквери,

захисні смуги, насадження територій, що охороняються в межах зелених зон міст):

- продукційні, фітомеліоративні функції яких використовуються без шкоди для виробництва первинної продукції (поля, плодові сади, виноградники, фітоаквакультури тощо);
- рудеральні, спонтанна рудеральна (бур'яниста) рослинність, яка часто виконує таку ж роль, як і вищезгадана культурна рослинність міста.

При визначенні фітомеліоративної ефективності рекультивуючих систем використовуються непрямі показники, такі як, наприклад, вміст гумусу у ґрунті до рекультивації й після певного періоду після введення в дію фітомеліоративної системи, тобто швидкість гумусоутворення в нових умовах.

Найбільшою ефективністю відрізняються багатовидові, багатоярусні фітомеліоративні системи деревинно-чагарниковим насаджень. Трав'яні рудеральні фітоценози в цілому поступаються за ефективністю природним трав'янистим і деревинно-чагарниковим, але тим не менш виконують ряд важливих функцій в урбоекосистемі: закріплюють порушені ґрунти, перешкоджаючи запиленню атмосфери, поглинають значну кількість забруднюючих речовин.

Основну екологічну роль дерев на території міста можна представити у наступному вигляді:

Для ґрунтів та водних об'єктів:

1. утворення тіні і охолодження поверхні ґрунту і трав'янистого рослинного покриву;
2. листовий опал, який накопичується на поверхні ґрунту;
3. рихлення та забезпечення надходження повітря в ґрунт через розвинену кореневу систему;
4. зменшення об'єму зливових стоків по поверхні землі.

Для повітря:

1. охолодження повітря захищаючи поверхню ґрунту від нагріву;
2. охолодження повітря через процес евапотранспірації;
3. очистка повітря через здатність листя дерев затримувати пил та виконувати функцію фільтру;
4. відселення біогенних ЛОС (летючі органічні сполуки).

Для рослин та тварин:

1. синтезують вуглеводи та органічні сполуки, які споживаються травоядними тваринами і редуцентами;
2. виробляють пилок, який розсіюється;
3. забезпечують захист для птахів та інших диких тварин;
5. створює місто розмноження для представників дикої природи;
6. забезпечує їжею (листя, нектар, плоди, насіння та ін.);
7. створює мікросередовища;
8. підтримує біологічне різноманіття і велику кількість комах;
9. підвищує біорізноманіття птахів;
10. забезпечує шляхи руху для представників дикої природи;
11. пригнічують конкуруючі рослини шляхом затінення і та виділення летючих речовин;
12. виживають і ростуть на забруднених ґрунтах;
13. виконують роль опори для деяких епіфітів (лишайники, мохоподібні, водоростей).

Міnorна екологічна роль дерев міста для ґрунтів та водних об'єктів

1. транспорт вуглеводів до коренів у ґрунті;
2. постачання органічних речовин в ґрунт після відмирання коріння;
3. створення мікоризи на коріннях;
4. симбіоз азотфіксуючих бактерій в корневих бульбашках з рослинами;
5. зміна рН ґрунту;

6. збільшення родючості ґранту мінеральними поживними речовинами;

7. зниження вологості ґранту шляхом закачування води вгору процесом евапотранспірації.

Для повітря

1. захист від сильних, холодних або гарячих вітрів;
2. охолодження повітря, стискаючи і прискорюючи повітряні потоки;
3. очистка повітря через поглинання листями SO₂ і NO₂;
4. очистка повітря, коли листя поглинають інші гази, наприклад, СО, О₃, фториди;

5. зменшення концентрації СО через поглинання / абсорбцію та накопичення.

Для рослин та тварин

1. колонізація насінням рослин місце існування, де рослинності раніше не було;
2. підтримка судинних епіфітів (наприклад, папороті, орхідеї, бромелієвих) гілками.

Екологічна роль дерев міста для ґрантів та водних об'єктів

1. зменшення вітрової ерозії ґранту;
2. зменшення водної ерозії ґранту;
3. зменшення поживних речовин ґранту (макро- і мікро-) через поглинання коріннями;
4. скорочення (phytoremediate) кількості органічних речовин ґранту;
5. Перехоплення дощових вод і снігу, запобігаючи їм потрапляти на землю;
6. зниження рівня ґрантових вод шляхом відкачування води вгору через процес евапотранспірації;
7. зниження рівня паводкових вод.

Для повітря

1. охолодження повітря, відбиваючи сонячне випромінювання;
2. надходження кисню у повітря в процесі фотосинтезу;
3. охолодження території в підвітряній області;
4. збільшення відносної вологості в підвітряній області;
5. зниження рівня шуму;
6. поглинання звуків;
7. утворення запахів / ароматів.

Для рослин та тварин

1. залучення запилювачів;
2. залучення птахів, які харчуються фруктами та розсіюють насіння;
3. надають тваринам візуальні підказки гілками/листами або мерехтінням листя;
4. опавши гілки та колоди на поверхні ґрунту створюють для тварин середовище існування (екологічні ніші);
5. гілки та колоди дерев, що потрапили у водойми створюють середовище проживання для риби;
6. опора для ліанових рослин;
7. підтримка епіфітів листами (лишайники, мохоподібні, водорості);
8. продукування органічних речовин (allelochemicals), що пригнічують інші організми.

11.6. Корисні властивості рослин, використовуваних у складі міських і приміських зелених насаджень

Для росту в міських умовах рослини повинні бути універсалами. Ці види мають значну генетичну мінливість, забезпечуючи широкий діапазон толерантності до стресів і порушень. У прохолодну зиму або навесні рослини можуть отримати користь від міського тепла. Але влітку вони

страждають від жару, нестачі води, а в деяких випадках, важких металів у ґрунті.

Тому серед різних властивостей видів рослин, що використовуються у фітомеліоративних системах, виділяють наступні характеристики, які мають найбільше значення для досягнення високої ефективності фітомеліоративних заходів:

- здатність рости в широкому діапазоні умов ґрунтового багатства, обумовлених механічним складом і запасом живильних речовин;
- широкий діапазон толерантності до умов ґрунтового зволоження;
- у ряді випадків, коли фітомеліоративні системи створюються в специфічних едафічних умовах, для досягнення бажаного ефекту необхідно використовувати рослини, спеціалізовані для росту на дуже багатих або, навпаки, дуже бідних умовах, або в умовах одночасного затоплення й засолення; рослини солених місць проявляють високу стійкість до газо-аерозольних викидів;
- висока стійкість (відповідно, низька чутливість) до промислових газо-аерозольних забруднень; як правило, листопадні дерева помірних широт і трав'янисті рослини засушливих місць демонструють більше високу стійкість до цього фактора, ніж, відповідно, хвойні рослини й рослини більш вологих місць;
- здатність поглинати забруднюючі речовини з атмосфери або водного середовища;
- фітонцидні властивості;
- здатність до іонізації атмосферного повітря;
- гіллясті крони з густим листям або щільною хвоєю, що є необхідною умовою для використання рослин з метою шумопоглинання;
- високі естетичні якості: рослини з вродливими, декоративними кронами, пагонами, квітками, плодами використовуються в архітектурно-планувальній фітомеліорації (табл. 11.3).

Зрозуміло, що екологічна роль дерев буде варіювати від міста до міста і в межах міста. Таким чином, посадка дерева в парку забезпечує в

Таблиця 11.3 Властивості рослин, використовуваних для створення санітарно-захисних зон промислових підприємств і озеленення міст і населених пунктів з розвиненими промисловими функціями

Українська назва	Латинська назва	Життєва форма	Середня відносна стійкість до газопилових викидів, бал ¹	Поглинання SO ₂ однією рослиною, г/вегет. період	Поглинання пилу однією рослиною, кг/вегет. період
Гледичія трьох колючкова*	<i>Gleditsia triacanthos</i>	дерево	4		18
Дуб	<i>Quercus rubra</i>	дерево	4		
Клен	<i>Acer negundo</i>	дерево	4	30	33
Осика	<i>Populus tremula</i>	дерево	4		20
Тополя чорна	<i>Populus nigra</i>	дерево	4	180	4
Черешня звичайна	<i>Cerasus avium</i>	дерево	4		5
Шовковиця	<i>Moras alba</i>	дерево	4		31
Тополя	<i>Populus</i>	дерево	3,8	180	34
Ясен звичайний	<i>Fraxinus excelsior</i>	дерево	3,8	170	27
Верба козяча	<i>Salix caprea</i>	дерево	3,75		
Тополя лавролистна*	<i>Populus laurifolia</i>	дерево	3,75	180	15

1. Розрахований як середнє значення експертних оцінок стійкості до викидів підприємств різних галузей (по даним СНІП "Проектування санітарно-захисних зон", М., 1984).

2 * - інтродуковані види

середньому набагато більше поглинання забруднювачів повітря (твердих частинок, озону, NO₂, SO₂ і CO), ніж посадка дерева по дорозі. Те ж саме справедливо для поглинання діоксиду вуглецю. Тим не менш, вуличне дерево зменшує кількість зливових стоків більше, ніж робить дерево в парку. В цілому, дерева висаджені вздовж шосе, у дворах та

багатоквартирних житлових територіях показують середні значення поглинання забруднюючих речовин.

11.7. Обґрунтування порайонного асортименту дерев і кущів для озеленення міст і селищ в Україні

Проблеми озеленення міст і селищ в Україні традиційно ніколи не залишалися поза увагою суспільства. Більшість населених пунктів, насамперед обласних і промислових центрів, завжди виділялися своїми зеленими насадженнями і благоустроєм. Та найліпшого свого розвитку зелене будівництво в Україні досягло в 60-80-і роки минулого століття. Саме на цей період припадає створення у багатьох містах нових сучасних парків, скверів, інших міських зелених масивів, здійснення значних обсягів робіт з рекультивації земель, ландшафтної реконструкції існуючих насаджень тощо. Безперечно, цьому значною мірою сприяло запровадження в країні з 1956 року перспективного планування озеленення міст.

Комплексне озеленення тоді велося за перспективними планами, спеціально розробленими науковими і проектними інститутами, діяла добре організована інфраструктура. Всі роботи координувалися Управлінням зелених зон, а з 1960 р. – Республіканським управлінням зеленого будівництва Мінжитлокомунгоспу УРСР. Досвід України в озелененні міст за єдиними державними перспективними планами отримав загальне визнання й широко використовувався у багатьох республіках колишнього Радянського Союзу.

На жаль, в останні 15-20 років стали помітними ознаки погіршення стану зелених насаджень у містах, зменшення їх площ, обсягів посадок, кількості вирощуваного садивного матеріалу в декоративних розсадниках. Спеціалісти дійшли висновку, що існуючі зелені насадження в ряді міст

часто-густо вже не в змозі виконувати очікувані від них середовищезахисні і декоративні функції. Це й зумовило необхідність пошуку і розробки нових підходів до ведення озеленувальних робіт, вжиття невідкладних заходів щодо поліпшення якості міських насаджень усіх категорій, посилення їх фітомеліоративної ролі тощо. Разом із тим, як позитивне слід відмітити, що серед широких верств населення зросло визнання ролі зелених насаджень в оздоровленні життєвого середовища і це посилює інтерес громадськості до зеленого будівництва.

У результаті досліджень та аналізу літературних джерел констатовано бідний асортимент деревних рослин у зелених насадженнях міст і робітничих селищ, особливо в озелененні вулиць та автомагістралей. У різних містах України використовується в середньому від 50 до 150 видів. Так, у насадженнях м. Києва росте 20 видів і 10 форм голонасінних і 165 видів і 20 форм покритонасінних деревних рослин. Найбільшим числом видів представлені родини *Cupressaceae*, *Rosaceae*, *Caprifoliaceae*; серед родів – *Acer*, *Populus*, *Picea*, *Tilia*. За частотою трапляння основними паркоутворюючими породами є береза повисла, липа серцелиста, клени гостролистий і ясенелистий, робінія звичайна, гіркокаштан звичайний, сосна звичайна. В насадженнях переважають дерева віком від 40 до 60 років (40%). Майже у кожній віковій групі за кількістю переважає клен гостролистий, іноді він поступається перед робінією звичайною та гіркокаштаном звичайним. Аналізуючи таксономічний склад вуличних насаджень, треба відмітити їх порівняно бідний асортимент, який виправдовує хіба той факт, що в цих умовах, швидше за все, він є найстійкішим. Найчастіше зустрічаються гіркокаштан звичайний, тополя італійська, липа серцелиста, які складають близько 90 % від загальної кількості деревних рослин у вуличних насадженнях.

У декоративних насадженнях м. Нової Каховки зафіксовано 67 видів та 9 форм деревних кущових і витких рослин. Із них аборигенних

видів лише 7, тобто 8 %, а решта – інтродуковані. Голонасінних 10 видів та 3 форми, а покритонасінних 77 видів та 6 форм. За життєвими формами наявний асортимент розподіляється так: дерева – 64 види, кущі – 20 і ліани – 3 види. Видовий склад насаджень досить одноманітний, оскільки більшість таксонів трапляються в незначній кількості й поодинокі, переважають робінія звичайна, види тополі, помітно представлені клен цукристий та ясенелистий, платан східний.

Нині найбільшій асортимент деревних рослин міських зелених насаджень спостерігається у Поліссі; Лісостеп, Степ, Прикарпаття й Закарпаття займають у цьому відношенні проміжне місце. Таким чином, розширення асортименту декоративних деревних рослин і чагарників для створення зелених насаджень було визначено одним із першочергових завдань у справі озеленення міст України.

Збагачення видового складу насаджень новими видами і формами рослин (швидкорослими, декоративними, толерантними до антропогенних впливів, середовищевірними і з іншими цінними властивостями), у тому числі й інтродуцентами, є одним із важливих резервів поліпшення стану озеленення наших міст. Отже, обґрунтування порайонного асортименту дерев і кущів для озеленення міст та інших населених пунктів України на цій порі видається необхідним і своєчасним.

Виконання наукової роботи з порушеної теми потребувало оцінки сучасного стану та аналізу таксономічного складу зелених насаджень, поглибленого вивчення й узагальнення новітньої інформації про біоекологічні особливості місцевих та інтродукованих деревних рослин з акцентом на з'ясування їх стійкості до промислового забруднення повітря і ґрунтів, що за нинішніх умов є одним із вирішальних факторів в урбанізованому і техногенному середовищі,

Було з'ясовано, що в колекціях ботанічних садів і дендропарків України налічується близько 2800 видів, форм і сортів голонасінних та

покритонасінних деревних рослин, які могли б істотно збагатити таксономічний склад насаджень у містах і селищах країни. Сучасний рівень знань з біології та екології деревних рослин, їхнього формового розмаїття, хімічної взаємодії рослин, особливостей формування кореневих систем дерев і кущів, способів вирощування дозволяють реалізувати окреслені завдання в найближчій перспективі.

Новий асортимент дерев і кущів для озеленення міст і селищ України було опрацьовано на замовлення Інституту «Комунекономіка» Держжитлокомунгоспу України в 1995-1996 рр. За підсумками інтродукційних робіт у ботанічних садах в останні десятиріччя та з урахуванням екологічної ситуації в Україні, запропоновано 90 видів та форм голонасінних і 477 – покритонасінних, у тому числі 172 – листяних дерев, 171 – кущів, 63 – вічнозелених, 48 – ліан, 23 – однодольних. Узагальнено інформацію про екологічні особливості дерев і кущів (морозо- та зимостійкість, посухостійкість, потреби в родючості й вологості ґрунту, світлолюбність, димо- і газостійкість тощо), акцентовано увагу на найпомітніших декоративних ознаках та рекомендовано використання дерев і кущів у різних типах зелених насаджень.

Асортимент районовано по восьми ґрунтово-кліматичних зонах України (рис. 11.5

Новий порайонний асортимент дерев та кущів України затверджено наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 27.04. 1998 р. № 87 – з метою поліпшення стану озеленення населених місць України, створення та формування високодекоративних і ефективних в екологічному відношенні та стійких до несприятливих умов навколишнього середовища насаджень у містах та інших населених пунктах України.



Рис. 11.5. Агроекологічне районування України.

I – Полісся, II – Лісостеп, III – Північний і Центральний Степ, IV – Південний Степ, V – Передгірські та гірські райони Криму, VI – Південний берег Криму, VII – Передгірські та гірські райони Карпат, VIII – Закарпаття.

11.8. Принципи добору рослин для створення насаджень у районах розміщення промисловості

Однією з основних вимог до добору деревних рослин для створення озеленувальних і санітарно-захисних насаджень на територіях промислових підприємств є їхня здатність протистояти сумісній негативній дії численних чинників техногенного середовища. Доведено, що головним фактором, який лімітує вирощування насаджень в цих умовах, є високий рівень забрудненості повітря в техногенному середовищі. Отже, добір рослин має здійснюватися згідно з проведеним зонуванням територій підприємств за складністю виконання озеленувальних робіт і з урахуванням екологічної ситуації.

Категорії озеленуваних територій визначають на основі даних про забруднення повітря і за результатами оцінки стану існуючих насаджень. До першої зони належать території з постійно високим рівнем забруднення

(агломераційні цехи, доменні, коксові батареї і т.п.). У другій зоні спостерігається періодичне забруднення повітря газами слабких і сильних концентрацій (поблизу цехів ливарних, прокатних, ковальських, енергетичних та ін.). Для третьої зони характерно періодичне забруднення атмосфери відносно низькими концентраціями речовин. Хронічні пошкодження рослин у цій зоні менш виражені. Може використовуватися широкий асортимент газостійких і декоративних порід.

Усілякі невдачі, що виникають при озелененні прилеглих територій окремих виробничих цехів, особливо віднесених до першої зони, спричинені не тільки дією підвищеної забрудненості повітря, а й сукупністю інших факторів – впливом високих температур (біля цехів з гарячими процесами і поблизу шляхів транспортування ешелонів з виливницями на металургійних підприємствах), несприятливими кліматичними і ґрунтовими умовами, негативна дія яких посилюється при недотриманні вимог агротехніки. У зв'язку з цим особливого значення набуває правильний добір порід, за якого забезпечується стійкість насаджень і достатньо повне здійснення ними санітарно-гігієнічних функцій.

Спостереження показують, що великою стійкістю проти забруднення повітря вирізняються породи, які найбільш пристосовані до особливостей еколого-кліматичних умов у конкретному географічному районі. Для озеленення промислових підприємств у степовій зоні слід використовувати в першу чергу породи, що здатні витримувати несприятливі ґрунтові умови, які є посухо- і жаростійкими, з низькою чутливістю до загазованості повітря і т.д. Такий підхід до добору порід, при якому враховується ступінь відповідності екологічних вимог рослин до умов місцезростання, класифікується як екологічний принцип добору рослин. Цей принцип широко застосовується також у садово-парковому будівництві.

Для деревних і чагарникових порід небезпечні промислові емісії в ранньовесняний період у фазі обліснення дерев, особливо при підвищеній відносній вологості повітря. За даними М. Маринова, найвища чутливість рослин до шкідливих викидів виявляється при відносній вологості 75 %, середня – при 60-75 %. При відносній вологості повітря 50 % рослини дуже стійкі до забруднень навколишнього середовища. Отже, породи, у яких обліснення завершується в більш пізні строки, коли в результаті зниження відносної вологості повітря послаблюється токсична дія шкідливих речовин, менш піддаються негативному впливу забрудненості повітря. Згідно з нашими спостереженнями, від пошкоджень листя у ранньовесняний період менше потерпають дерева, що пізно розпускаються (айлант, катальпа, робінія звичайна, софора японська, дуб звичайний). Це й слугувало підставою для обґрунтування нового підходу до добору рослин для створення насаджень в умовах техногенного середовища.

Добір порід, при якому враховуються кліматичні показники і дати початку фенологічних фаз, нами класифіковано як фенолого-кліматичний принцип добору рослин для озеленення промислових підприємств. Становить інтерес подальше вивчення впливу промислових емісій на рослини з урахуванням даних фенологічних спостережень та кліматичних умов.

Для досягнення декоративного ефекту на об'єктах з незначною концентрацією шкідливих речовин, де благоустрій здійснюється подібно міським скверам як місць короткочасного відпочинку, керуються типологічним, систематичним і архітектурно-декоративним принципами добору рослин.

На основі вивчення видового складу рослин, а також аналізу літературних даних було опрацьовано перелік деревних і кущових порід, що можуть використовуватися лише для територій I і II зон забруднення. Для III зони можливе використання практично усіх місцевих і

інтродукованих порід, що використовуються в озелененні міст конкретного природно-кліматичного району.

Спостереження показують, що в санітарно-захисних зонах раніше і значнішою мірою пошкоджуються крони поодинокі зростаючих дерев і узлісся в групах з боку, зверненого до джерела викидів (рис. 11.6). Насадження й окремі дерева, що зростають в аналогічних умовах на такій же віддалі від джерела викидів, але під захистом будівель чи яких-небудь споруд, менш піддаються впливу газів. За вмілого використання екрануючої ролі механічних перешкод (будівель, огорож, елементів благоустрою і т.п.) асортимент порід для озеленення територій промислових підприємств може бути значно ширшим.

11.9. Приклади впроваджених розробок з ландшафтного формування озеленуваних територій міст і промислових підприємств

У результаті аналізу практичної діяльності промислових підприємств у сфері оздоровлення навколишнього природного середовища вчені дійшли висновку, що при здійсненні таких заходів неприпустимо обмежуватися благоустроєм і озелененням лише територій промислових майданчиків заводів та їх санітарно-захисних зон. Не менш важливо проведення таких робіт і в районах проживання працівників та їхніх сімей. Така постановка питання найбільшою мірою відповідає вирішенню соціальних завдань із забезпечення здорових і комфортних умов праці, відпочинку та побуту населення. Досвід роботи з великими сучасними підприємствами промислового Придніпров'я і півдня України переконує в необхідності саме такого підходу до проблеми і навіть більш масштабного, який охоплював би ландшафтне формування територій міського озеленення, лікувально-оздоровчих установ, спортивних споруд, лісопарків, внутрішньоцехове озеленення тощо. Зазначене вище й слугувало вихідним моментом для опрацювання концепції комплексного підходу до

проектування озеленення заводських і міських територій. Виконання розробок за цією концепцією та їх впровадження на територіях промислових підприємств збіглося у часі з періодом піднесення в розвитку озеленення міст і селищ в Україні (60-80-і роки ХХ ст.).

Насадження колекційного типу (на прикладі розробки і створення дендрарію Придніпровського хімічного заводу в м. Дніпродзержинську)

Одним із перспективних напрямів у ландшафтному формуванні озеленюваних територій міст і промислових підприємств було визнано введення в озеленення міст насаджень колекційного типу: це можуть бути дендрарій, ботанічний парк, сад тощо. Численні замовлення на проектування й створення таких насаджень, недостатня вивченість питання і відсутність відповідних узагальнень зумовили постановку спеціальних досліджень. Роботи виконувалися у м. Дніпродзержинську на замовлення Придніпровського хімічного заводу. Головним науковим завданням при створенні дендрарію було випробування в конкретних екологічних умовах різноманітного видового складу рослин з метою ландшафтного формування зелених насаджень міста у майбутньому.

Комплексна оцінка природно-кліматичних, санітарно-гігієнічних і естетичних умов міста, аналіз існуючої рослинності зумовили необхідність підійти до формування дендрарію як твору садово-паркового мистецтва. Тому велику увагу було приділено побудові його архітектурного простору. У зв'язку з підвищеною загазованістю повітря і з метою формування у відвідувача максимального естетичного ефекту більшість видів дерев чи кущів представлено не одним-двома екземплярами (як це робилося раніше), а у вигляді груп чи гаїв. Кількість таксонів у групі визначалася індивідуально і залежно від характеру рослини. Вид рослини (її форма), що представлений одним екземпляром чи групою, визначають як елементарну експозицію.

Залежно від зорового сприйняття розрізняють організацію

елементарних експозицій у вигляді сценічного простору, тобто віддаленого на деяку віддаль від глядача і у вигляді зорового простору, коли глядач знаходиться начебто в середовищі даної рослини, всередині сформованого нею простору. Для невеликих дендраріїв з урахуванням обмеженості території рекомендується використовувати елементарні експозиції у вигляді оглядового простору.

Вибір такої організації експозиції підтверджується науковими дослідженнями Г.А. Голіцина стосовно динаміки сприйняття. Автор роботи, зокрема, зупиняється на циклі сприйняття, яке складається з двох фаз, що змінюють одна одну: а) адаптація уявлення до об'єкта і б) переведення уваги на інший об'єкт.

Для того, щоб експозиція сприймалася достатньою мірою, необхідно надати відвідувачу певний час для адаптації, звикання до даної експозиції. Якщо сприйняття конкретної експозиції триває досить довго і при цьому параметри експозиції залишаються постійними, то потік інформації від об'єкта до суб'єкта сприймається останнім як сприйняття об'єкта і супроводжується позитивною емоцією.

Потік інформації існує лише доти, поки існують розбіжності між експозицією (об'єктом) і уявою про нього. В міру зменшення неузгодженості в ході адаптації потік інформації також зменшується, а потім припиняється і сприйняття об'єкта. За такого підходу площа кожної елементарної експозиції коливається від 0,001 га до 0,20 га, а протяжність експозиційного маршруту при огляді елементарної експозиції знаходиться в межах 10-15 м. Наприклад, у дендрарії м. Дніпродзержинська під колекцію беріз зайнято 0,16 га, під іншими колекціями дерев – 0,06, 0,002, 0,001 га, чагарників – 0,005, 0,012 га, а протяжність маршруту для огляду одного виду дерева чи чагарника така: 30 м – ялина, 50 – магнолія, 10-15 – сосна кримська, 30 – липа, 45 – дуб, 25 м – троянди.

Таким чином, визначається загальна кількість видів і форм для

експозиції на конкретній території. В дендрарії м. Дніпродзержинська використано близько 80 видів і форм рослин.

При доборі рослин, визначенні їх кількості необхідно було зразу уявити собі форму подачі кожного виду: буде експонуватися вид окремо чи в поєднанні з іншими рослинами. Якщо передбачається експонувати вид (його форму) окремо чи в складі родини, родової групи шляхом створення рослинних угруповань, то в цьому випадку використовується один із наступних принципів: фітоценотичний, екологічний, функціональний, естетичний. Такі рослинні угруповання – це фітоценози чи типи рослинного покриву як елементи ландшафту, а колекції, створені на основі фітоценотичного принципу. М.В. Культіасов називає такі експозиції «флористичними групами», «флористичними елементами типів рослинності», «видами рослинності».

У зв'язку з поставленою метою формування дендрарію як твору мистецтва, багато експозицій створюється за естетичним принципом і тому термін, наприклад, «тип рослинності» доцільніше замінити терміном „тема”, що використовується в усіх видах мистецтва. Так, дендрарій м. Дніпродзержинська складається з восьми ботанічних тем: «берези», «темнохвойні», «декоративні плодови», «сад магнолій», «світло хвойні», «широколистяні», «клени», «південні», «сад троянд» (рис. 11.6). Теми «берези», «сад магнолій», «сад троянд», «клени» були створені за систематичним принципом; теми «темнохвойні», «світлохвойні», «декоративні плодови» – з використанням естетичного принципу; «тема екзоти» – за екологічним принципом. Інколи формування тем здійснюється не чітко, а з відчутними відхиленнями залежно від програмованого емоційного враження. Так, колекція берез була доповнена садовим жасмином, таволгами, а тема «темнохвойні» (що імітує підтип лісу) – доповнена ялівцями з метою підсилення домінуючого колориту. Таким чином, весь дендрарій розділяється на ряд тем із різним змістом та

формою. Площа кожної теми – 1/7-1/10 загальної площі.

Теми належать до якого-небудь типу ландшафту (за класифікацією Рубцова Л.І.). У заводському дендрарії м. Дніпродзержинська до лісового типу ландшафту відносяться теми: «темнохвойні», «світло хвойні», «широколистяні», «клени», до паркового типу ландшафту – «берези», до садового типу ландшафту – «сад троянд», «сад магнолій», «декоративні плодови»”.

Групи тем об’єднуються між собою за сценарним планом. Це значить, що необхідно продумати вхід у дендрарій, вихід із нього, визначити теми кульмінаційні і рядові, а також продумати зв’язок рядових тем за певним сюжетом.

Головна композиційна ідея дендрарію в м. Дніпродзержинську – це послідовний огляд ботанічних тем, розташованих по колу, За центр композиції слугують теми найбільш декоративні: сад магнолій і сад троянд. Вони являють собою кульмінацію в архітектурній композиції. Всі теми зв’язані між собою як у контрастному, так і в нюансному відношенні.

У контрастному відношенні з’єднані теми «берези», «темнохвойні», «декоративні плодови», в нюансному – «широколистяні», «клени». Регулярне планування центру з огороженням у вигляді невисоких стін, обсаджених двома рядами туї західної і гіркокаштана звичайного, контрастує з рештою території. Таким чином, засобом при організації дендрарію може, бути низка прийомів архітектурної композиції: контраст, нюанс, ритм і т.п. Велику роль відіграє пластика рельєфу і покриття доріжок та стежок. З усього арсеналу композиційних прийомів і архітектури автор повинен відібрати ті, що відповідають поставленій меті і створюють єдиний ансамбль в комплексі з різноманітною рослинністю.

Одночасно з проектуванням виконано роботи з вертикального планування і перенесення проектних розробок в природу. Здійснено посадки саджанців декоративних дерев і кущів.

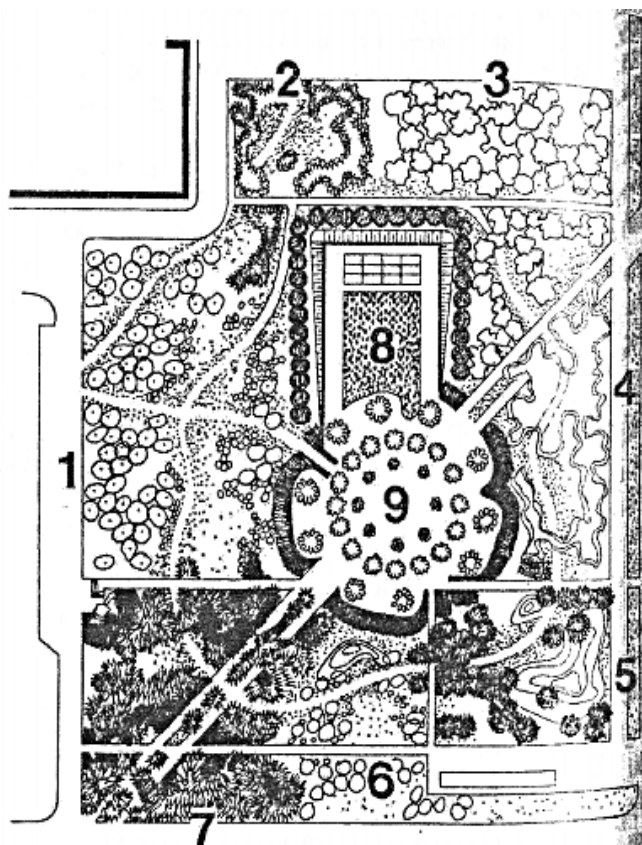


Рис. 11.6. Проект дендрарію Придніпровського хімічного заводу в м. Дніпродзержинську:

(ділянки: 1. – «берези», 2 – «південні екотони», 3 – «клени». 4 – «широколистяні», 5 – світло хвойні, 6 – «декоративні плодові», 7 – «темнохвойні», 8 – «сад троянд», 9 – сад «магнолій»)

Об'єднання зусиль наукових і практичних працівників у рамках договору про співробітництво між ботанічним садом і промисловим підприємством, виконання робіт з детального проектування об'єктів благоустрою і складання кошторису силами заводу за ескізними розробками НБС НАН України, безпосередня участь авторів у практичному здійсненні робіт сприяло прискоренню будівництва дендрарію. Досвід проектування і створення заводського дендрарію може бути широко застосований при озелененні промислових міст і

підприємств.

Створення дендрарію – порівняно новий і перспективний напрям у зеленому будівництві, що дозволяє на високому рівні вирішувати питання декоративного оформлення, ландшафтного й екологічного поліпшення території. Крім того, функціонування дендрарію може мати велике просвітницьке значення для поширення серед населення ботанічних, екологічних і природоохоронних знань. Такі об'єкти можуть бути базою для проведення практичних занять з біології у школах. Відзначимо, що інтерес до такого роду насаджень з кожним роком зростає.

Концепція проектування дендрарію й озеленення території Одеського припортового заводу. Під час проектування дендрарію та інших об'єктів озеленення Одеського припортового заводу (ОПЗ) науковці виходили з оцінки природно-кліматичних факторів і сучасної екологічної ситуації з урахуванням традицій на підприємстві та розмаху робіт з благоустрою і дизайну. Варто відмітити, що ОПЗ в екологічному відношенні є благополучним підприємством, технологічні викиди основного виробництва в нормі і не становлять небезпеки для життєвого середовища. Проте на заводі задіяно значну кількість автомобільного і залізничного транспорту, в безпосередній близькості знаходиться морський порт для обслуговування підприємства. Отже, джерела забруднення середовища наявні, і це спричинює необхідність постійного стеження за рівнем забрудненості повітря та здійснення систематичних заходів для ослаблення шкідливого впливу виробничої діяльності на середовище і його оздоровлення. Доречно відзначити, що спеціалістами висловлюються серйозні застереження щодо великої небезпеки для живих організмів і низьких концентрацій атмосферних домішок при їх тривалій дії.

Ділянка, що визначена для створення дендрарію, розташована вздовж однієї з головних доріг, орієнтованої в напрямку Схід – Захід, має

форму прямокутника розміром 350x200 м площею близько 7 га, в центрі якого знаходиться водойма площею близько 1,65 га. У південній частині дендрарію (його 1-ї черги) передбачається створення дамби, у зв'язку з цим південні межі ділянки в подальшому будуть уточнені.

Планувальним рішенням передбачається влаштування прямокутної структури головних алей, що облягають водойму і забезпечують зручний зв'язок дендрарію з прилеглими до нього територіями. Така проста структура головних алей дає можливість раціонально розділити територію дендрарію на окремі зони і забезпечити зручне переміщення людей між різними рослинними угрупованнями. Окрім того, проектом передбачається мережа мальовничих прогулянкових алей, що охоплюють всі зони дендрарію. Це дозволяє в процесі руху забезпечувати сприймання всіх об'єктів дендрарію. Вздовж водойми передбачено влаштування кільцевої алеї, зв'язаної з іншими алеями східцями, пандусами, доріжками (рис. 11.7).

Значне місце відводиться архітектурно-ландшафтній композиції окремих вузлів. Біля західного входу на територію дендрарію передбачається створення розарію у вигляді системи модульних ділянок для різноманітних сортів троянд. Таке рішення дозволяє створити ефектну і яскраву композицію, яка буде окрасою дендрарію. На ділянці, розташованій поблизу розарію, в напрямку до водойми передбачається створення рокарію у вигляді системи кам'яних терас, насичених різноманітними рослинами, що використовуються в кам'янистих садах. У східній частині дендрарію пропонується створення досить довгої (близько 150 м) алеї одних із найбільш древніх і самобутньо красивих дерев гінкго. Ця алея спрямовується на водойму і закінчується кам'яною композицією на її березі.

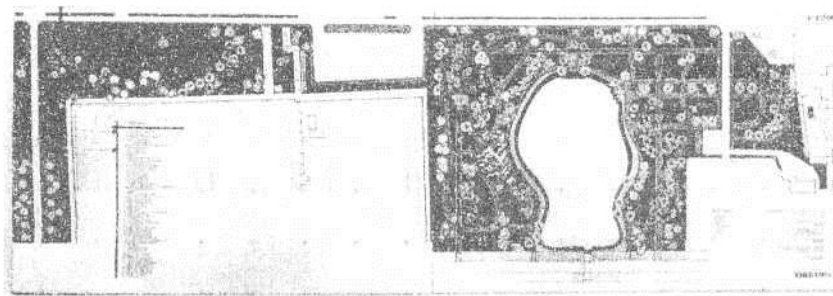


Рис. 11.7. Проект дендрарію й озеленення в'їзду в південній частині Одеського припортового заводу

Концепцією проектування озеленення території заводу передбачається обґрунтування збалансованої участі дерев, композицій із кущів, а також і газонів з метою зниження витрат на утримання в тому числі і полив. Мається на увазі, що газони — найдорожча складова озеленення в умовах посушливого клімату.

Розробка озеленення прилеглих до виробничих цехів територій передбачає частково і розвиток ботанічних тем дендрарію шляхом створення моносадів, колекцій високодекоративних форм рослин. Різноманіття декоративних властивостей рослин відкриває необмежені можливості формування красивого художньо виразного паркового ландшафту.

Використання засобів озеленення в оформленні місць короточасного відпочинку на прилеглих до цехів територіях (заводи „Дніпроспецсталь” у Запоріжжі, По бузький нікелевий та Миколаївським глиноземний).

Виконання розробок з порушеної теми було ініційоване посиленням уваги до благоустрою й озеленення промислових територій з боку заводууправлінь і громадськості конкретних підприємств. Це вже було визнання ролі біологічних засобів оздоровлення навколишнього середовища, а також результат популяризації ідей і досягнень промислової ботаніки. Принагідно зазначимо, що на багатьох промислових

підприємствах високорозвинених країн, наприклад, у США, Німеччині, Японії, озеленення і благоустрій вражає своєю вишуканістю та якістю декоративних насаджень. Непогано ведуться подібні роботи і на деяких вітчизняних підприємствах, зокрема, на Придніпровському хімічному заводі і в об'єднанні „Азот” у м. Дніпродзержинську, на моторобудівному заводі в м. Запоріжжі, на заводі друкарських машин в м. Кіровограді та ін. За рівнем, благоустрою й озеленення нерідко можна зробити висновок про культуру виробництва на підприємстві. І це підтверджується нашими спостереженнями.

Необхідність озеленювальних робіт особливо гостро відчувалася на заводах „Дніпроспецсталь”, Миколаївському глиноземному, Побузькому нікелевому та інших, що співпрацювали з нами в питаннях оздоровлення навколишнього середовища шляхом використання засобів озеленення. Території згаданих підприємств підлягали постійній дії відходів виробництв і несприятливих природно-кліматичних факторів – інтенсивній сонячній радіації, вітру, сухості повітря і т.п.

На цьому ще порівняно молодому підприємстві уже на початку його заснування велику увагу було приділено благоустрою й озелененню робітничого селища і прилеглих до виробничих цехів територій заводу. За короткий термін була проведена дуже велика робота з озеленення вулиць і алей селища, закладено парк, бульвар, сквери, висаджено велику кількість дерев і чагарників на території заводу.

Проте, за таких великих обсягів озеленювальних робіт, виконаних громадськістю, мали місце й деякі прорахунки. Зокрема, не було враховано особливості окремих порід при висаджуванні і специфіку техногенних змін ґрунтів, не здійснювалися своєчасно профілактичні заходи захисту рослин, не враховано нові вимоги і можливості підприємства в планувальній структурі та організації насаджень. Все це певною мірою вплинуло на стан насаджень і якість озеленення в цілому, що й спричинило необхідність

об'єднання зусиль науковців і практиків для розробки заходів з оптимізації зеленого будівництва ПНЗ.

Було проведено значні дослідні роботи з оцінки кліматичних умов у районі розташування заводу, а також аналізу ґрунтів безпосередньо на об'єктах озеленення. Так, на території заводу верхній шар ґрунту, як правило, ущільнений і частково засолений. Надмірне засолення (рН близько 9) відмічено біля солерозчинника внаслідок допущеного випадку переливання і витоку розчину хлористого натрію. Причиною засолення на озеленюваних територіях, як ми встановили, були також порушення норм внесення мінеральних добрив і мінералізовані води, що використовувалися для поливу. Локалізованість засоленого ґрунту підкреслює їх вторинне походження. Заводський ґрунт характеризується також недостатньою кількістю основних поживних елементів. Зниження вмісту гумусу в ґрунті на території заводу порівняно з аналогічним за генезисом ґрунтом за межами підприємства спричинено порушеннями його внаслідок інженерної підготовки ділянок під час будівництв корпусів і доріг та значною мірою пригніченням біологічних процесів у ґрунті в зв'язку з несприятливими водно-фізичними властивостями, викликаними цими порушеннями, і впливом промислових відходів.

Результати вивчення і оцінки ґрунтово-кліматичних умов і стану насаджень на ПНЗ та в робітничому селищі стали передумовою для розробки пропозицій щодо добору видового складу рослин та їх розміщення на об'єктах озеленення.

Наявність значних передбачених для озеленення територій поблизу виробничих цехів, що характерно для підприємств нового типу, дозволило поряд з рядовими і алейними посадками застосувати ландшафтні прийоми розміщення рослин, створити благоустроєні куточки короткочасного відпочинку, керуючись загальноприйнятими положеннями, поліпшити організацію пішохідного руху з урахуванням намагання перехожих до

найкоротших маршрутів по найбільш виразних ділянках, максимально захищених від можливого забруднення.

Проектні пропозиції винесено в натуру, і спільно з заводом здійснено практичні роботи зі створення нових і реконструкції існуючих насаджень на площі близько 16 га. Надано допомогу в організації і налагодженні роботи оранжерейного господарства безпосередньо на заводі – як матеріальної бази спеціально створеного озеленувального підрозділу.

Досвід організації і здійснення озеленувальних робіт на Побузькому нікелевому заводі може бути використаний і на інших підприємствах металургійної промисловості, що сприятиме формуванню й охороні життєвого середовища.

Надзвичайно складні умови для створення зелених насаджень навіть для короткочасного відпочинку сталеварів на заводі „Дніпроспецсталь”. Це пояснюється щільною забудовою території промисловими спорудами і майже повною відсутністю вільних площ для посадки дерев і кущів, хоча потреба в них надзвичайно велика, враховуючи умови роботи в цехах заводу (рис. 11.8). Виконано сумісно з к. арх. Б.В. Ореховим.

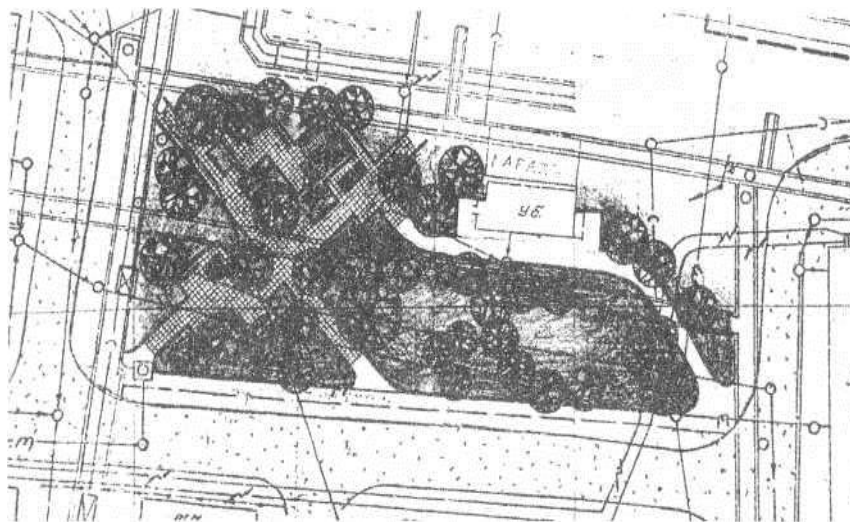


Рис. 11.8 Проект майданчика відпочинку на заводі „Дніпроспецсталь”

11.10. Хімічні засоби регулювання росту рослин у технології створення міських зелених насаджень

До регуляторів росту відносять різноманітні речовини, які в мізерних концентраціях здатні впливати на ріст рослин. Найголовніші з них – це ауксини, гібереліни, цитокініни, етилен та ін. Потреба рослин в таких речовинах надзвичайно мала, і в більшості випадків вони синтезуються в достатній кількості власне рослиною. Проте за певних умов можливе розбалансування в процесах утворення чи взаємодії природних фітогормонів у рослинному організмі. Підтвердженням цьому можуть бути спостереження І.Ю. Івоніса і Є.В. Хохліної, що займалися вивченням регуляторів росту в пагонах сосни звичайної. На думку згаданих дослідників, ріст пагонів у пригнічених дерев обмежувався не високою активністю природних інгібіторів, а недостатньою кількістю ауксинів і гіберелінів. Ще раніше, в 70-і роки ХХ століття, вивчаючи численні аномалії росту сосни звичайної в насадженнях, що підлягали посиленому впливу викидів теплової електростанції, ми висловлювали припущення про можливі порушення окремих регулюючих і контролюючих ріст систем у зв'язку з дією промислових забруднювачів середовища. Отже, контроль за гормональним станом та його оптимізація у рослинному організмі на основі наукових розробок цілком виправдані.

Численними дослідженнями в останні десятиріччя ХХ століття доведено високу результативність і перспективність робіт з питань синтезу і використання синтетичних регуляторів росту рослин. Штучно синтезовані регулятори росту уже використовуються на значних площах для запобігання поляганню зернових культур, підвищення їхньої стійкості проти ензимомікозного виснаження насіння (у період дощової погоди і довго неспадаючих рос і туманів), з метою запобігання проростанню бульб картоплі чи коренеплодів цукрових буряків у зимових сховищах (з

одночасним скороченням втрат урожаю від хвороб), для проріджування квіток і бруньок, пришвидшення досягання й полегшення збирання плодових і овочевих культур, удосконалення їх насінництва, поліпшення якості й збереженості винограду, а також дефоліації бавовника з метою стимулювання розкриття коробочок, підвищення якості та забезпечення якнайефективнішого механізованого збирання бавовни-сирцю.

Досить перспективним виявилось використання регуляторів росту для інтенсифікації лісовідновних робіт для регулювання живого надґрунтового покриву і сприяння таким чином природному поновленню лісу, для послаблення негативного впливу на деревні рослини стресових факторів, наприклад, кислого дощу, для прискорення процесів коренеутворення при вегетативному розмноженні деревних порід.

Набувало важливого значення подальше вивчення ролі етилену як газоподібного фітогормона в ендогенній регуляції ростових процесів. Зауважимо, що механізм біосинтезу, фізіологічні функції і саме виділення ендогенного етилену з тканин – надзвичайно складні явища, оскільки в їх основі знаходяться глибокі і динамічні зміни в ауксиновому обміні та активності низки ферментних систем, що може впливати (і фактично впливає) на загальний метаболізм рослинного організму. Дія синтетичних етиленпродукуючих регуляторів росту (етрел, кампозан, гідрел, дигідрел), що базується на виділенні в тканини етилену із складу їх молекул, зумовлюючи численні фізіологічні й біохімічні наслідки, не зачіпає геном, а отже, виключає мутагенні ефекти. Окрім того, накопичуються експериментальні дані, які засвідчують, що механізм фізіологічної дії ретардантів, які не є етиленпродуцентами у власному розумінні слова (наприклад ССС, АМ 01618 чи фосфони), також може бути опосередкованим – зумовленим змінами балансу ендогенного етилену, його біохімічних попередників.

З погляду практики – ефекти етиленпродукуючих ретардантів

виявляються такими ж різноманітними, як і фізіологічні (а також біохімічні) зрушення в рослинах. Широкий спектр таксономічної дії, агрофізіологічних ефектів зумовив практичне використання етиленпродукуючих препаратів у всіх галузях рослинництва з необмеженим діапазоном корисних переваг.

Висока ефективність хімічних засобів регулювання росту рослин визначається надто специфічним характером їх фізіологічної дії на рослини. Перш за все, збільшення продуктивності рослин під впливом регуляторів є наслідком підвищення загального потенціалу життєздатності рослин, розширення загальних меж стійкості рослин при відхиленні зовнішніх умов в той чи інший бік від оптимуму. Такі рослини вирізняються не тільки більш здоровим і життєздатним зовнішнім виглядом, але і фактично характеризуються підвищеною стійкістю проти дії всього комплексу несприятливих факторів – дефіциту вологи, знижених і підвищених температур, затоплення, ураження хворобами й шкідниками, недостатнього освітлення, різного роду забруднень атмосфери тощо.

У зв'язку з погіршенням сучасної екологічної ситуації великої ваги набуває розробка заходів щодо поліпшення якості міських зелених насаджень, підвищення їх декоративності, життєздатності та довговічності. Зазначимо, що роботи по догляду за насадженнями в умовах міста надзвичайно трудомісткі, потребують кваліфікованої робочої сили і спеціальних механізмів, але через нестачу останніх на виробництві часто-густо проводяться нерегулярно, що негативно відображається на стані зелених насаджень. Отже, стає очевидною необхідність пошуку якісно нових шляхів для розв'язання таких завдань. І тут неабияку роль може відіграти використання регуляторів росту рослин.

Головним нашим завданням ставилася розробка методів використання регуляторів росту для оптимізації низки технологічних процесів при створенні й утриманні зелених насаджень у складних

екологічних умовах промислових територій та міського середовища. Дослідну перевірку регуляторів росту проводили у зелених насадженнях, при створенні газонів і вирощуванні саджанців у розсадниках.

Під час догляду за деревами, що зростали вздовж міських вулиць, у м. Києві (колишні Дніпровська і Московська контори зеленого господарства) і м. Донецьку вивчали синтезовані в ІОХ стимулятори росту коренів 2494 і 1619 шляхом сумісного використання їх з добривами. Водні розчини цих препаратів та добрив за допомогою гідробура вносили на глибину до 60-70 см (шар найбільшої коренезаселеності) навесні в період інтенсивного росту всмоктуючих коренів.

Досліди проводили на клені гостролистому та гіркокаштані звичайному. Внесення тільки добрив збільшило приріст пагонів на 25-35 см, а внесення суміші добрив і препаратів – на 40-50 см. Площа листової пластинки при внесенні тільки добрив зросла на 28%, а за сумісного внесення добрив і препаратів – 51%. Суттєво зросла інтенсивність забарвлення листків, значно поліпшився декоративний вигляд дерев. У оброблених рослин листопад починався майже на місяць пізніше, ніж у контрольних. Ефективність дії препаратів 1619 і 2496 фактично однакова. Слід зазначити, що на другий і третій рік декоративний вигляд оброблених рослин був значно кращим ніж контрольних, що має важливе практичне значення.

У м. Києві неподалік від хімічних комбінатів (Дарниця) проведено випробування препарату 1619 на березі повислій. На відстані 1,5 м від стовбура пробурили чотири свердловини на глибину 40 см. У контрольному варіанті в свердловину вносили воду, а в дослідному – водний розчин 25 мг/л стимулятора росту коренів 1619. Препарат збільшив приріст пагонів у 4,3 рази, а площу листка – у 2,3 рази, пожовтіння листя у контролі спостерігалось 17 вересня, а у варіанті з препаратом – 15 жовтня. Препарат 1619 значно підвищував вміст хлорофілу.

Використання препарату не потребувало додаткових трудовитрат, оскільки полив, підживлення за допомогою гідробура є елементом промислової технології догляду за міськими насадженнями. Розробки захищені авторськими свідоцтвами СРСР №. 1277585, 1446891, 1568292.

Під час допосадкової обробки корневих систем саджанців використано нові синтезовані в ІОХ препарати 2319 (у суміші з НУК) і 2862. Дослідні роботи виконували в НБС ім. М.М. Гришка НАН України та у м. Запоріжжі поблизу Запорізького коксохімічного заводу – в умовах підвищеної забрудненості повітря і ґрунту викидами підприємств чорнометалургійного виробництва. Кореневі системи однорічних саджанців робіни звичайної обмокували в торфоглиняній суміші, виготовленій на водному розчині препаратів різних концентрацій.

Використання регуляторів росту значно підвищило приживлюваність і поліпшило загальний розвиток рослин. Найвищі якісні показники одержано від використання препарату 2319+НУК за концентрації відповідно 25 та 5 мг/л. Більш високі концентрації даного препарату (при позитивних результатах) недоцільні. Добрі результати отримали й під час використання препарату 2862.

При висаджуванні сіянців і саджанців дерев і чагарників у зв'язку з незбалансованістю кореневої системи та надземної частини рослин використання регуляторів росту сприяє посиленню діяльності кореневої системи за рахунок інтенсивнішого розвитку існуючих і розростанню нових корінців. У такий спосіб вдається підвищити приживлюваність рослин, інтенсифікувати, пришвидшити їх ріст, а отже й збільшити вихід садивного матеріалу з одиниці площі, скоротити терміни вирощування стандартного матеріалу, окрім того – підвищити стійкість, довговічність та декоративність.

Ефективність дії регуляторів росту на рослини залежить від низки факторів, основними з яких є терміни і способи обробки, метеорологічна

обстановка, фази розвитку рослин, тип ґрунтів тощо. Найефективнішим і порівняно нетрудомістким при висаджуванні невеликих за розмірами сіянців і саджанців є обмежування попередньо підрізаних кореневих систем у бовтанку, виготовлену на водному розчині того чи іншого препарату відповідної концентрації.

Наважку препарату розчиняють у невеликій кількості гарячої води чи спирту при ретельному перемішуванні. Робочі розчини стимуляторів росту рослин готують і використовують у день обробки. Зберігання розчинів для подальшого їх використання не рекомендується. Перед висаджуванням кореневі системи сіянців чи саджанців обмокують у бовтанку, що містить регулятор росту.

Бовтанка готується таким чином: суміш глини і торфу (1:1) замішують на водному розчині препарату рекомендованої концентрації до сметаноподібного стану.

З метою відбору кращих препаратів і для порівняльної оцінки результатів необхідно брати для посадки рівноцінний садивний матеріал (за розвитком кореневої системи і надземної частини). Обов'язковий контроль – корені обмокують в бовтанку, виготовлену на воді без стимуляторів.

Газони. Надзвичайно важливого значення набувають розробки з удосконалення технології створення й утримання газонних культурценозів. На газони в міських зелених насадженнях припадає близько 50 % загальної їх площі, і утримання їх у належному стані потребує до 15 механічних скошувань за сезон, що обходиться вельми не дешево. І тут великі перспективи за використанням регуляторів росту – інгібіторів з метою гальмування лінійного приросту трав та розвитку суцвіть і зниження витрат на догляд.

Вивчали ретарданти та їхні суміші. Встановлено, що етиленпродуценти – етрел, кампозан, вітчизняні препарати гідрел, дигідрел

і хлорхолінхлорид, а також їхні суміші-композиції справляють різнобічний вплив на фітоценоз. Вони суттєво інгібують ріст газонних трав і пригнічують процеси колосіння. Водночас посилюються процеси куціння, пагоноутворення і росту кореневих систем. За рахунок цього підвищується щільність газонного покриття та його декоративність, стійкість і довговічність.

При проведенні польових і виробничих випробувань дигідрелу вперше встановлено: 1) в дозі 10-12 кг/га по діючій речовині досягається підвищення посухостійкості газону, що дозволяє скоротити кількість подивів; 2) суттєва гербіцидна дія на дводольні, що виключає при догляді за газонами прополювання чи використання гербіцидів.

Регулювання росту й розвитку газонних трав, а також підвищення їх адаптивних і декоративних якостей забезпечує соціальний і економічний ефект. Виробничі випробування та впровадження запропонованого методу проводилися в містах Києві, Запоріжжі, Донецьку, Миколаєві. На основі проведеної роботи підготовлено рекомендації з використання дигідрела як засобу догляду за газонами. За результатами дослідних робіт з використання хімічних засобів регулювання росту рослин у технології створення міських зелених насаджень підготовлено «Рекомендації по використанню регуляторів росту в зеленому будівництві». Автори Т.М. Черевченко, Ф.М. Левон, Л.П. Куницька, Н.Ф. Зубкова.

11.11. Ландшафтна реконструкція приміських лісових насаджень

Виконання досліджень з питань ландшафтного лісівництва в часі збіглося з виконанням п'ятирічного плану комплексного розвитку зелених зон міст і селищ міського типу України на 1966-1970 роки. Це був період помітного піднесення галузі зеленого будівництва, що знайшло своє відображення в створенні нових сучасних парків, лісопарків, скверів,

інших міських зелених масивів, у здійсненні значних обсягів робіт з рекультивації земель, ландшафтної реконструкції існуючих насаджень та ін. Цьому, на нашу думку, значною мірою сприяло запровадження в Україні перспективного планування озеленення міст з 1956 р.

У згаданому п'ятирічному плані були визначені нові, ширші завдання, особливо в частині влаштування лісопаркових поясів та організації місць масового відпочинку населення на базі приміських лісів, лісопарків і лугопарків; передбачалося створення нових приміських лісопаркових і містозахисних насаджень на площі 43665 га, проведення ландшафтної реконструкції існуючих насаджень на площі 21871 га.

Надзвичайно важлива роль відводилася ландшафтній реконструкції приміських лісів. Не випадково цей вид робіт був записаний в одному із перших пунктів, що засвідчувало його пріоритетність.

Під ландшафтною реконструкцією слід розуміти комплекс лісівничих і лісокультурних заходів з використанням садово-паркових і архітектурно-художніх прийомів, спрямованих на поліпшення санітарно-гігієнічних і декоративних якостей насаджень. До ландшафтної реконструкції насаджень належить декоративне поліпшення ландшафту прилеглих до цих насаджень відкритих просторів (луків, полян, вікон, рамок у посадках для відкриття мальовничих пейзажів і багатопланових перспектив).

Основним змістом ландшафтної реконструкції у приміських лісах є формування лісопаркових ландшафтів. Лісопарковий ландшафт – це створений і підтримуваний у процесі багаторічного ведення лісопаркового господарства культурний ландшафт, який становить взаємопов'язане в архітектурно-художньому і цільовому відношенні поєднання рослинності, абіотичних факторів, елементів благоустрою, інженерних і обслуговуючих споруд, що розкриває позитивні якості з метою створення сприятливої обстановки для певного виду відпочинку.

Ландшафт складається з низки пейзажів і краєвидів. У лісопарковому і садово-парковому будівництві під пейзажем чи пейзажною картиною прийнято розуміти спеціально сформовані перспективи, що відкриваються з певних точок і які найбільш повно характеризують властивий даній території лісопарковий ландшафт. Однотипні за своєю структурою і естетичною дією пейзажі, що мають однакове цільове призначення і зв'язані в єдиний об'ємно-планувальний комплекс, складають ландшафт чи ландшафтний район певної категорії.

В Україні наукові розробки з питань ландшафтного формування лісових насаджень у рамках виконання завдань, окреслених першими перспективними планами розвитку зелених зон міст і селищ міського типу, були започатковані проф. Л.І. Рубцовим (м. Київ). Вчений виходив з того, що насадження високої продуктивності з точки зору лісового господарства володіють водночас і більш високими гігієнічними і естетичними властивостями. Тому в першу догляду за лісом. Роботи, орієнтовані на поліпшення гігієнічних і естетичних властивостей насаджень, організацію їх території, простору і загального ландшафту лісу, слід провадити методом ландшафтного лісівництва, за яким поєднується методика лісового господарства з методикою організації ландшафту.

У зв'язку із зростаючими потребами суспільства щодо рекреаційного використання приміських лісів і необхідністю посилення їхніх естетичних і гігієнічних властивостей, що забезпечували б створення якнайсприятливіших умов для масового відпочинку і відновлення здоров'я населення у природній лісовій обстановці, удосконалення методів і саме проведення рубок формування ландшафтів не втратили своєї актуальності і зараз. Свідченням цьому може бути включення в програму підготовки спеціалістів лісівничого напрямку профілю курсу лекцій з рекреаційного лісівництва, рубок формування ландшафтів тощо.

Для створення красивих лісопаркових пейзажів можна

використовувати (самостійно чи комбіновано) ландшафтні рубки, посадки саджанців декоративних дерев і чагарників, посів газонних і лучних трав, введення багаторічних квіткових рослин дикої флори та інші заходи залежно від типу ландшафту, а також від складу і форми насадження. Однак у ряді випадків, наприклад, при ландшафтній реконструкції чистих насаджень чи декоративному поліпшенні відкритих ділянок, провідна роль належить лісокультурним методам. Вимогам формування ландшафту в найбільшому ступені відповідають ландшафтні культури – посадки декоративних деревних порід і чагарників вільними групами. За вдалого добору порід і груп поліпшуються декоративні якості ландшафту, збагачується видовий склад насаджень, підвищуються біологічна стійкість і санітарно-гігієнічна функція лісів.

Добрі результати в розвитку способів створення лісових культур по ландшафтному типу досягнуті у Святошинському лісопарковому господарстві Києва.

Значного розвитку досягли ландшафтні посадки в період з 1955 по 1966 р., коли в Україні втілювався в життя Десятирічний план створення і розвитку зелених зон міст і селищ. Найбільше поширення отримали групові посадки під наметом насаджень та на відкритих ділянках.

Посадка декоративних дерев і кущів групами найбільш доцільна в чистих соснових насадженнях, оскільки в ландшафтному відношенні вони не становлять інтересу. Бідний видовий склад, висока повнота, відсутність підліску і трав'яного покриву роблять їх монотонними і не цікавими. Окрім того, чисті насадження в порівнянні зі змішаними менш стійкі до несприятливих умов середовища і часто-густо менш продуктивні.

11.12. Концепція формування міських зелених насаджень у сучасних умовах

Створення й утримання в належному стані високоякісних міських

зелених насаджень є однією з обов'язкових умов екологічної безпеки міста та його архітектурно-художньої виразності, невід'ємним компонентом сучасного містобудування.

Зелені насадження завдяки своїм функціям значною мірою оздоровлюють і поліпшують навколишнє середовище, просторово-композиційно і естетично завершують структуру міста, є незамінним природним фактором населених пунктів.

Оцінюючи сучасний стан зелених насаджень у містах України і напружену екологічну ситуацію, маємо всі підстави акцентувати увагу на невідкладному вжитті відповідних заходів щодо інтенсифікації природоохоронних і озеленувальних робіт, поліпшення якості всіх видів міських зелених насаджень, оптимізації використання засобів озеленення для формування життєвого середовища та його збереження.

Озеленення – не відомча справа, а державна. Потрібна система озеленення для всієї країни. Як уже зазначалося, взірцем організації робіт у такому напрямі може слугувати досвід у цій діяльності в Україні в 60-80-і роки минулого століття, коли озеленення наших міст досягло чи не найпотужнішого свого розвитку. Комплексне озеленення здійснювалося тоді за спеціально розробленими в наукових і проектних інститутах перспективними планами, діяла добре організована інфраструктура. Всі роботи координувалися Республіканським управлінням зеленого будівництва. Як зазначалося раніше, не випадково досвід України у справі озеленення міст за єдиними державними перспективними планами отримав тоді загальне визнання й широко використовувався в багатьох республіках колишнього Радянського Союзу.

Повернення до уже досягнутого в минулому в організації озеленення міст і селищ та його подальше удосконалення неможливе без посилення керівництва всією галуззю зеленого будівництва з метою координації в масштабах держави (міста) озеленувальних робіт,

здійснення єдиної політики в цій важливій справі. Концептуальну основу такого напрямку робіт повинні складати програми або ж перспективні плани комплексного благоустрою та озеленення, згідно з якими передбачається розробка концепції формування ландшафту міста в цілому, що координується на рівні відповідальних за галузь працівників та представників Рад, адміністрацій і т.п. Розробка озеленення окремих об'єктів підпорядковується загальній ідеї благоустрою й озеленення міста. Особлива роль відводиться комплексному підходу до планування робіт з ландшафтного формування територій промислових і житлових районів взаємопов'язано, з метою найбільш повного охоплення облаштуванням всього середовища життєдіяльності людини. Предметом першочергової турботи повинні стати ті ландшафтні утворення, де громадяни та їхні сім'ї проводять більшу частину часу. Це житлові райони, дитячі заклади, школи, спортивні комплекси, бази відпочинку тощо.

Зелені насадження повинні максимально відповідати своєму призначенню в плані виконання очікуваних від них середовищевісних функцій. Немає потреби доводити, що тільки високопродуктивні і життєздатні насадження можуть належним чином це забезпечити.

Специфічні екологічні умови у містах, широкий спектр стресових факторів (забруднюючі субстанції, хлоридизація та ін.) справляють негативний вплив на ріст і розвиток деревних порід у зелених насадженнях. Це вимагає розробки і вжиття відповідних заходів щодо призупинення деструктивних процесів та їх запобігання у майбутньому.

Одним із визначальних шляхів поліпшення стану озеленення наших міст є оптимізація видового складу озеленювальних насаджень на основі інтродукції нових швидкорослих, декоративних, середовищевісних, толерантних до антропогенних впливів видів і форм рослин з урахуванням відповідності їхніх біологічних і екологічних властивостей умовам місцезростання. Впровадження методів селекції в практику зеленого

будівництва та розробка методів масової репродукції селекційного матеріалу мають стати важливим резервом для поліпшення загального стану і якості міських зелених насаджень.

Не менш важливим є і вплив на навколишнє середовище через створення оптимальних умов для зростання зелених насаджень. Реалізується це за допомогою технологій утримання, які сприяють оптимізації всіх процесів життєдіяльності рослин – світлове, повітряне, водне та мінеральне живлення. На цьому напрямі особлива роль відводиться знанням особливостей біології й екології рослин та умов місцезростання.

В озелененні міст ще далеко не вичерпані резерви використання квітничково-декоративних рослин. Навіть у м. Києві потенційні можливості для збагачення вуличних та паркових ландшафтів квітничковими культурами на сьогодні ще реалізовані дуже мало, не досягаючи за кількістю залучених до практичного використання зразків і двох відсотків від наявного на цей час асортименту інтродукованих рослин. Невиправдано мале застосування вертикального озеленення і таких його форм, як підвісні вази та пересувні контейнери. Отже, на часі збагачення видової та сортової різноманітності квітничкових культур, розширення варіантів садових композицій, більш рівномірне їх розміщення у межах населених пунктів.

Паралельно із здійсненням заходів з розширення різноманіття декоративних рослин у зелених насадженнях слід передбачати заходи з моніторингу видового складу в урбанізованому середовищі з метою запобігання і неконтрольного поширення (експансії) представників адвентивної флори.

Із деревних інтродуцентів нині потребує посиленої уваги клен ясенелистий, який вирізняється надзвичайно високою здатністю до природного поновлення і заселення вільних територій. Отже, у місті не

повинно бути нічийних територій, необхідно запровадити сувору відповідальність власників землі за несвоєчасне знищення заростей і скупчень видів небезпечної адвентивної чи синантропної флори. Слід виробити чіткий порядок визначення меж територіальних громад, кожен метр землі має бути підпорядкований певній територіальній громаді; в державі не може лишатися земель поза віданням органів місцевого самоврядування.

Великі надії ми покладаємо на вжиття заходів, що належать до компетенції місцевого самоврядування, через прийняття місцевими радами спеціальної постанови (чи серії постанов) стосовно поліпшення еколого-естетичного стану міських ландшафтів, які б зобов'язували підприємства різних форм власності забезпечувати певний визначений рівень декоративного оформлення закріплених за ними територій.

У справі фітомеліорації міського середовища надзвичайно важлива роль належить приміським лісам. Основне їх призначення – це сприяти поліпшенню мікроклімату міста, санітарного стану повітряного басейну та забезпечення масового відпочинку населення. Ліси є важливим і найбільш ефективним засобом підтримки природного стану біосфери і незамінним фактором культурного й соціального значення.

Основними положеннями концепції передбачається перегляд традиційних прийомів ведення господарства у приміських лісах та їх переорієнтація на посилення рекреаційно-оздоровчих і фітомеліоративних функцій, насамперед у південному регіоні України. Має бути задіяна концепція формування всього лісового масиву (ландшафту), в якому можуть бути представлені різноманітні ділянки, як наприклад у Володимирівському лісовому масиві – дубові, гледичієві, дубово-гледичієві насадження різного віку, різної зімкнутості, що відображають мікрорельєф, ґрунти та інші особливості екоотопів. Акцентується увага на посиленні охорони існуючих приміських насаджень, недопущення

вилучення із лісового фонду земель для інших цілей.

У розвитку комплексного озеленення міст, робітничих селищ, інших населених пунктів ми надаємо важливого значення стратегії озеленення. В нашому розумінні, стратегія озеленення – це обґрунтована програма створення і формування зелених насаджень та їх експлуатації з прогнозом змін у навколишньому середовищі і передбаченням розвитку дерев аж до старіння і навіть відмирання. Це вимагає всебічного вивчення особливостей біології та екології деревних і кущових рослин в умовах різних екотопів певної природно-кліматичної зони. На основі знань меж довговічності, найбільших висот, діаметрів крон, інших особливостей можна визначити оптимальну відстань між деревами, наприклад в алейних, у тому числі й вуличних посадках, відстань висаджуваних саджанців від тротуару чи проїжджої частини вулиці. Наприклад, знаючи, що гіркокаштан звичайний в певних умовах формує крону близько 12 м у діаметрі, ми не будемо висаджувати його через 5 м, як за існуючими шаблонами. За такого підходу значно скорочуються обсяги витрат, а формування дерев у не загущених посадках буде більшою мірою відповідати вимогам технології при заміні дерев. Під час створення живоплоту з ялівця козацького посадку треба буде здійснити не ближче 2,5 м від краю алеї, враховуючи інтенсивне розростання цієї рослини, Враховуючи високу займистість, що становить особливу небезпеку в період спеки, неприпустимо створення із нього груп і масивів поблизу будівель, корпусів цехів, у місцях скупчення людей.

У системі зелених насаджень міст надзвичайно важлива роль належить вуличним насадженням, враховуючи обсяги зайнятих ними територій, середовищевірні й художньо-естетичні функції. Під категорією «вуличні насадження» ми розуміємо комплекс насаджень, які зростають вздовж автомагістралей, у смугах між тротуаром і проїжджою частиною, між тротуаром і забудовою, в курдонерах, на ділянках скверів і майданів

вздовж вулиць. За такого розуміння під час формування декоративних насаджень у плані вулиці на віддалених від проїжджої частини ділянках може бути використаний більш вишуканий асортимент рослин у вигляді солітерів, ландшафтних композицій, кам'янистих садів, вертикального озеленення, квіткового оформлення тощо.

Нині неабияку загрозу (проблему) становить наявність у міських насадженнях, особливо у вуличних, значної кількості великомірних сухостійних і фаутичних дерев, небезпечних як розсадників і поширювачів хвороб, і які внаслідок падіння під час урагану, снігопаду і т. п. можуть призвести до пошкодження транспортних засобів, обриву проводів, призупинення руху взагалі.

Окрім парків, садів, вуличних посадок на особливу увагу заслуговують насадження кладовищ, які у межах міст займають значні площі й суттєво впливають на якість міського середовища. Першочерговим завданням має бути видалення послаблених перестійних дерев, які внаслідок вітровалу можуть призвести до руйнування пам'ятників, огорож, інших споруд.

З метою запобігання виникнення подібних ситуацій у майбутньому треба передбачити розробку регламентів озеленення таких закладів і привнесення нових сучасних рішень оформлення поховань.

Із заходів боротьби з омелою найдієвішим в умовах міста залишається механічне видалення уражених омелою гілок, а за дуже сильного ураження – повне видалення дерев. Ці роботи повинні продовжуватися. На період боротьби з омелою рекомендується обмежити використання в нових посадках робінії звичайної, тополі дельтолистої, клена цукристого. Загалом, проблема боротьби з омелою повинна вирішуватися не лише у м. Києві, а водночас і в інших регіонах країни, на державному рівні для запобігання розселення її у плодкових садах і т.п.

Слід враховувати, що в умовах вулиць і промислових підприємств з

огляду на складні умови місцезростання довговічність дерев буде істотно поступатися таким, що зростають у сприятливих умовах. Це вимагає більших витрат на утримання і ранню заміну.

Потребує державної підтримки розгортання науково-дослідних робіт з питань озеленення міст, урбоекології та ландшафтної архітектури.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. *Що таке фітомеліорація?*
2. *Назвіть екологічні функції фітомеліорації.*
3. *Що таке екологічний каркас?*
4. *Що таке культурні ландшафти?*
5. *Надайте класифікацію характеристик фіто меліоративних систем.*
8. *Назвіть функції рослинності в урбоекосистемі?*
9. *Що таке зелені коридори міста?*
10. *Які архітектурно-планувальні функції рослин в місті??*

12. МІСЬКІ ЛАНДШАФТИ

Ландшафт - одне з фундаментальних понять сучасної географії, в основі якого лежить ідея про взаємозв'язок і взаємозумовленості всіх природних явищ земної поверхні. Форми рельєфу, гірські породи, клімат, поверхневі й підземні води, ґрунти й угруповання організмів взаємозалежні як у своїх просторових змінах, так і в історичному розвитку. Вони утворюють аж ніяк не випадкові комбінації, а закономірні природні (територіальні або аквальні) комплекси. Ці комплекси є результатом процесів, що відбуваються в конкретних ландшафтних системах різного рангу. Кожна ландшафтна система – свого роду «фабрика», яка робить фізико-географічні продукти: ґрунт, кору вивітрювання, фіто- і зоомасу, ґрунтовий і річковий стоки й інші компоненти. Вона поглинає сонячну радіацію й трансформує її в енергію природних процесів, здійснює вологообмін, руйнування й мінералізацію органічної речовини й багато інших процесів.

Зміна природних і виникнення антропогенних ландшафтів супроводжували всю історію взаємодії людини й природного середовища. *Антропогенним* називається такий *ландшафт*, у якому на всій або на більшій площі корінній зміні під впливом людини піддався хоча б один з компонентів ландшафту, у тому числі і рослинність. Однак до ХХ століття майже не виникали проблеми стійкості ландшафтів і екосистем. Ландшафти міста зі здоровим середовищем є частиною його інфраструктури й тому важливі для забезпечення високої якості міського середовища, її сприятливого впливу на для жителів. Стійкість усіх екосистем і ландшафтів – це одне з основних умов сталого розвитку. Під стійкістю ландшафтів розуміють їхню здатність до збереження саморегулювання параметрів у межах, що не перевищують критичні. Стійкість ландшафту залежить від стійкості, що складають його

компонентів. Найменш стійким компонентом ландшафту звичайно є біота – історично сформована сукупність живих організмів, що населяють даний ландшафт.

Існують різні схеми класифікації антропогенного ландшафту. У наш час природних ландшафтів залишилося мало, більша їхня частина утворювала антропогенні модифікації, які звичайно називають природно-антропогенними ландшафтами. Згідно А. Ісаченко, сучасні ландшафти по ступеню зміни структури природних ландшафтів виробничою діяльністю людини можна розділити на 6 основних груп:

1) практично незмінені природні ландшафти (неексплуатовані ліси й луки, льодовики, полярні пустелі, високогірні екстраарідні пустелі, багато заповідних ландшафтів тощо);

2) слабо змінені ландшафти, у яких основні природні зв'язки не порушені (раціонально експлуатовані ліси, пасовища, водойми, національні парки тощо);

3) порушені ландшафти внаслідок тривалого нераціонального використання первинних ландшафтів (вторинні збіднені ліси, дрібнолісся й чагарники, а також ділянки саван, степів, лісостепів, напівпустель і пустель, які з'явилися в результаті подсічно-вогневої і перелогової систем землеробства, випасу худоби тощо.);

4) сильно порушені ландшафти, або антропогенний бедленд, що виник в умовах хиткої рівноваги природних процесів (ерозійний бедленд – ділянки катастрофічного розвитку ерозійних процесів, антропогенний карст, ділянки вторинного засолення й заболочування, занедбані гірські вироблення й відвали й ін.);

5) перетворені або культурні ландшафти (поля, сади, плантації багаторічних культур, штучні луки, лісонасадження, оазиси в пустелі, зони відпочинку й ін.), у яких природні зв'язки цілеспрямовано змінені й ці зміни постійно підтримуються людиною шляхом різних меліоративних

робіт, агротехнічних приймань тощо);

б) штучні ландшафти, створені людиною на природній основі (міста, села, промислово-енергетичні й транспортні вузли, наземні комунікації, гірські вироблення, греблі, канали тощо):

– міські землі, покриті бетоном, асфальтом, зайняті будинками, що призвело до загибелі всієї ґрунтової флори й фауни, виключенню цих земель із участі в круговороті речовин (екоциклі) у природі;

– промислові території, що впродовж тривалого часу зазнали впливу забруднюючих речовин, що призвело до загибелі ґрунтів і рослинності, стійкому й погано виведеному забрудненню, неможливості самоочищення ґрунтів. Сюди ж можна віднести території смітників (особливо смітників хімічних відходів), шламових ставків тощо;

– усі штучні біонегативні поверхні сучасних будинків і споруджень (включаючи об'єкти техніки), які не можуть бути освоєні флорою й фауною подібно природнім субстратам.

Головним критерієм для класифікації ландшафтних одиниць являється тип землекористування. Виділяються наступні класи антропогенного ландшафту:

– сільськогосподарський, який виникає в процесі використання земель, рослинний і ґрунтовий покрив яких перетерплює суттєві зміни й у більшому або в меншому ступені знаходиться під контролем людини;

– промисловий, що виникає в процесі розвитку добувних і обробних галузей виробництва;

– лінійно-дорожній, пов'язаний з використанням і трансформацією земель з метою використання комунікацій між людьми;

– лісовий антропогенний, що утворюється в результаті штучних посадок лісових насаджень і відновлення лісів на місці вирубок і антропогенних згарищ;

– водний антропогенний, що виникає в процесі створення

штучних водойм і водостоків;

– рекреаційний, що утворюється в зонах відпочинку й активного туризму;

– поселенський, своїм виникненням пов'язаний з поселеннями людини, ландшафт міст і сіл з їх будівлями, вулицями, дорогами, насадженнями;

– белігеративний (від лат. *belligero* - вести війну), що виникає в місцях ведення бойових дій або оборонних укріплень, у результаті чого, наприклад, суттєво змінюється рельєф і, у більшості випадків, ґрунтовий і рослинний покрив.

Подальший підрозділ антропогенних ландшафтів полягає у виділенні підкласів, типів, підтипів і урочищ. Фактор зональності грає провідну роль у виділенні типів (підтипів) сільськогосподарського, лісового, рекреаційного й, можливо, поселенського сільського ландшафту, у той же час поселенський, міський, лінійно-дорожній, промисловий, водний ландшафти мають яскраво виражені риси азональності (табл. 12.1).

Антропогенні ландшафти, хоча й підкоряються законам розвитку ландшафтів, відрізняються не тільки зовнішнім виглядом, але й перебудовою біологічного й геохімічного колообігів, водно-теплого балансу, ґрунтоутворення й ін.; великою швидкістю протікання процесів, спрощенням біосистем, зниженням стійкості, порушенням хімічної рівноваги, концентрацією енергії. Порушення хімічної рівноваги полягає в невласивій природі концентрації окремих елементів і їх з'єднань. Концентрація енергії досягла величин приходу сонячної енергії. Враховуючи швидкий ріст територій, які антропогенно перетворюються й, таким чином, зникають із числа природних (з усіма негативними наслідками для тварину й рослинного миру), усе більшу площу Землі будуть займати різні перетворені ландшафти.

**Таблиця 12.1 Таксономічні одиниці антропогенного ландшафту
(по Мількову, 1973, 1990, зі змінами)**

Клас	Підкласи	Типи	
1	2	3	
1. Сільськогосподарський	1.1 Польовий		
	1.2 Луково-пасовищний		
	1.3 Садовий		
	1.4 Виноградники		
	1.5 Змішаний		
2. Промисловий		Кар'єрний	
		Відвальний	
		Териконовий	
		Промисловий карст	
		Звалища і полігони твердих побутових відходів	
3. Лінійно-дорожній		Автомобільних доріг	
		Залізниць:	
		Аеродромів	
		Нафто-, газопроводів	
		Ліній електропередач	
4. Лісовий	4.1 Лісові культури	Типи виділяються згідно з підходами лісової типології	
	4.2 Вторинні ліси		
5. Водний	5.1 Водосховища	5.1.1 Крупні водосховища	
		5.1.2 Середні водосховища	
		5.1.3 Дрібні водосховища і ставки	
	5.2 Канали		
6. Рекреаційний	Ландшафти й ландшафтно-техногенні комплекси навколо санаторіїв, пансіонатів, будинків і баз відпочинку, туристичні бази, кемпінги, крупні міські й приміські парки з атракціонами, лісопарки, лукопарки, гідропарки, ландшафтно-архітектурні музеї й т.п.		
7. поселенський	7.1 Сільський		
	7.2 Міський		7.2.1 Садово-Парковий
			7.2.2 Малоповерховий
			7.2.3 Багатоповерховий
			7.2.4 Заводський
8. Белігеративний		Сторожові кургани	
		Оборонні вали	
		Воронки і траншеї	

В.А. Кучерявий запропонував структурний розподіл біогеоценозів по ступеню їх «окультурення» – гемеробії (антропогенного перетворення) на:

- 1) природні (агемеробні), коли антропогенні впливи відсутні;
- 2) олігогемеробні (слабко порушені господарською діяльністю – слабко проріджені природні ліси, плоскі верхівкові болота);
- 3) мезогемеробні (антропогенні, лісопарки, екстенсивні луки й пасовища);
- 4) еугемеробні (інтенсивні лісові плантації або культури, пасовища, газони, поля, сади, виноградники);
- 5) полігемеробні землі – кар'єри, відвали без нового рослинного покриву, що перебуває в стадії формування);
- 6) метагемеробні («мертва» поверхня асфальту, бетону, покрівель, стін у місті).

Культурний ландшафт міста в різному ступені перетворений людською діяльністю, що приводить до зміни зв'язків природних компонентів і необхідності регулювання й контролювання процесів, що відбуваються людиною.

Культурні міські ландшафти – це кращі (з погляду людини) перетворені ландшафти. Вони повинні відповідати декільком вимогам, що не завжди задовольняються одночасно:

1. забезпечення максимальної продуктивності поновлюваних ресурсів, головним чином, біологічних;
2. ефективне використання поновлюваних ресурсів, у тому числі не забруднюючих природу джерел енергії;
3. запобігання негативних антропогенних і природних процесів (забруднення, ерозія та ін.);
4. оптимізація санітарно-гігієнічних умов навколишнього середовища;
5. екологізація сенсорного середовища як найважливішої частини

гігієнічного середовища.

6. забезпечення найкращих умов для виховання й культурного розвитку людини;

7. забезпечення оптимального функціонування геосистем, підтримка нормального стану ландшафту й усіх його компонентів.

Нові антропогенні, у тому числі культурні, ландшафти менш стійкі, ніж корінні, природні, «старі». Культурні ландшафти звичайно не здатні до незалежного від людини, самостійному існуванню й розвитку. Якщо вони залишаються без постійної підтримки з боку людини, то навколишнє природне середовище, як правило, прагне впливати на них і зайняти їхню територію, поступово змінюючи ці ландшафти як не властиві їй компоненти. Культурні ландшафти міста повинні бути стійкі, причому стійкість повинна в основному підтримуватися самими ландшафтами при мінімальній допомозі людини.

Так, кинуті місця розселення й раніше оброблювані поля поступово заростають природною рослинністю, свійські тварина й культурні дерева дичавіють або гинуть, штучні спорудження й уся техніка руйнуються й заростають, штучні водойми заростають.

Інтенсивні одиничні впливи факторів зовнішнього середовища, яким природні ландшафти звичайно успішно протистоять, можуть бути згубні для слабо стійких штучних ландшафтів з порушеними механізмами саморегуляції. Курні бури можуть віднести сотні мільйонів тон ґрунту з оброблених полів, сильна злива може змити верхній шар ґрунту тощо.

У той же час відомі приклади створення досить стійких антропогенних ландшафтів, що існують без особливих змін протягом тривалого часу, які можуть бути названі «культурними» ландшафтами. Антропогенні субклімакси – це стійкі стани ландшафтів, пов'язані з діяльністю людини.

Природним ландшафтам властиві дуже цінні якості –

самоорганізація, саморегуляція, самопоновлення.

Самоорганізація – це нагромадження селективно цінної інформації (у тому числі й для живих істот – за допомогою природного добору), збільшення енергетичного потенціалу, посилення контролю відхилень, які можуть викликати розлад у функціонуванні екосистем, оволодіння простором і часом.

Саморегуляція – використання зворотних зв'язків для стабілізації функціонування ландшафту.

Самопоновлення ландшафту – це самовідтворення й копіювання, пов'язане із самоорганізацією й саморегуляцією, з метою підтримки стійкості. При цьому різні елементи ландшафту виконують функції пам'яті, збереження інформації.

У період різкого посилення техногенних впливів стійкість міських екосистем і природніх ландшафтів набула особливий сенсу. З одного боку, ріст площі забудованих територій, будь-яких місць розселення, що обумовлюють надходження від них у природу забруднень, порушив питання створення стійких до антропогенних впливів екосистем і ландшафтів, розташованих усередині забудови. Це необхідно, головним чином, для забезпечення більш здорового міського середовища. З іншого боку, залишки природних екосистем й ландшафтів потребують забезпечення їх стійкого існування в умовах підсилення антропогенних впливів (табл. 12.2).

Таблиця 12.2. Основні впливи міста на ландшафти

Вплив	Наслідку для компонентів ландшафту				
	грунту	рослинності	тваринного миру	повітря	води
1	2	3	4	5	6
Скорочення площі ґрунтово-рослинного шару	Деградація	Підвищення антропогенного навантаження, деградація	Виключення екологічних ніш, витиснення	Скорочення очищення, погіршення складу	Погіршення самоочистки, складу

1	2	3	4	5	6
Антропогенні наноси (культурні шари)	Зміна складу, порушення самоочищення, деградація	Ослаблення росту й прискорення процесів старіння й відмирання	Гноблення життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів	Те ж	Те ж
Покриття ґрунту непроники-м шаром	Повне припинення круговороту речовин	Загибель усієї рослинності	Загибель усього тваринного світу – редуцентів та ін.	Погіршен-ня складу повітря	Погіршен-ня складу й властивос-тей
Забруднення насипних ґрунтів, створення смітників	Нагромаджен-ня особливо небезпечних речовин без самоочищення	Концентрація забруднень, деградація	Збідніння біоти, загибель, витиснення	Забрудне-ння, погіршення складу й властивостей	Забрудне-ння, погіршення складу й властивосте й
Забруднен-ня насипних ґрунтів, створення смітників	Нагромадженн-я особливо небезпечних речовин без самоочищення	Концентрація забруднень, деградація	Збідніння біоти, загибель, витиснення	Забрудне-ння, погіршен-ня складу й власти-востей	Забрудне-ння, погіршен-ня складу й власти-востей
Витопту-вання, ущільне-ння ґрунтів	Порушення структури, властивостей	Гноблення й загибель рослинності	Скорочення життєдіяль-ності мікрофлори	Те ж	Те ж
Перегрів ґрунтів	Порушення структури, властивостей, загибель ґрунтових організмів	Гноблення й загибель рослинно-сті, загибель мікрофлори	Загибель ґрунтової мікрофауни	Те ж	Те ж
Проникнен-ня забруд-нень у повітря й води	Забруднення ґрунтів, зміна складу	Гноблення рослин-ності, забруднення, загибель	Отруєння тварин, хвороби, загибель	Скорочення здатності до самоочистки	Попадання забруднень із опадами у води
Шумове забруднен-ня	–	Гноблення рослинності	Гноблення, витиснення й загибель тварин	Те ж, як наслідок гноблення рослинності	Те ж

У той же час далеко не всі компоненти ландшафтів однаково стійкі стосовно антропогенних впливів: окремі види тварин і рослин мають підвищену стійкість, тоді як дуже велика кількість видів зовсім не пристосована до швидких змін умов існування й до дії нових забруднень.

Вони негайно реагують на ці зміни своєю загибеллю. Стійкі до забруднень види, як правило, починають боліти й строк їх життя скорочується. Неузгодженість біосферних процесів і неврівноваженість біосфери дуже небезпечні. Серед небезпечних наслідків – порушення взаємодії вищих тварин з мікроорганізмами, активізація шкідливих вірусів, придбання раніше нешкідливими мікроорганізмами нових шкідливих властивостей тощо. Тому можна говорити тільки про умовну стійкість ландшафтів і їх компонентів у зміненої людиною середовищу проживання.

У великому місті й довкола нього необхідне збереження природних ландшафтів і створення нових стійких екосистем. Добитися цього можна за допомогою наступних заходів:

- збереження екологічно обґрунтованого обсягу природних екосистем, консервація;
- підтримка обґрунтованого співвідношення між природними й освоєними територіями;
- захист природних екосистем від будь-якого антропогенного впливу;
- використання природних важко переборних кордонів і створення штучних кордонів по периметру природних територій;
- уведення буферних територій між первісними й іншими ландшафтами;
- використання «чергування» у розташуванні природних і антропогенно перетворених територій, обладнання зелених коридорів, що з'єднують усі природні території;
- створення стійких культурних ландшафтів (у місцях розселення й діяльності);
- фітомеліорація середовища з підвищенням стійкості культурних екосистем;
- екореконструкція раніше зведених будинків і споруджень;
- зведення широкого комплексу біопозитивних будинків і інженерних

споруджень у місцях розселення;

– біопозитивна облаштованість усіх територій, на яких здійснюється діяльність людини;

– створення стійких сільських ландшафтів.

Усі міські ландшафти можуть бути поліпшені за допомогою фітомеліорації. Меліорація (поліпшення) міських ландшафтів з метою підвищення їх стійкості полягає у використанні (як правило, комплексному) біотичних засобів – меліорантів (фітомеліорантів – угруповань автотрофів – вищих рослин і водоростей, лишайників; зоомеліорантів) .

угруповань деяких гетеротрофів – тварин; протомеліорантів – головним чином редуцентів) і абіотичних (технічних) засобів.

Джерела забруднення, що впливають на якість ґрунту, поділяються на різні групи. Перша група включає в себе просторову і лінійну моделі забруднення. Просторові джерела забруднення пов'язані з осіданням пилу різного походження та особливостями материнської породи ґрунтів. До лінійних джерел забруднення відноситься надходження забруднюючих речовин в ґрунт уздовж транспортних магістралей і труб міської інженерної мережі, а також в наслідок повеней в заплавах. Кожне джерело забруднення не обмежене певною територією, може охоплювати великі площі незалежно від типу землекористування. Друга група джерел забруднення пов'язана з певними об'єктами і має обмежену територію. Забруднюючі речовини спостерігаються в ґрунтах садівничого та сільськогосподарського призначення, або взагалі на об'єктах, таких як покинуті будівлі, несанкціоновані сміття звалища тощо.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. *Які екологічні властивості природних ландшафтів?*
2. *Що таке міській ландшафт?*
3. *Назвіть різні схеми класифікації антропогенних ландшафтів?*
4. *Назвіть структурний розподіл біогеоценозів по ступеню їх «окультурення»?*
5. *Які вимоги до культурних міських ландшафтів?*
6. *Назвіть основні впливи міста на ландшафти?*
7. *Назвіть основні заходи із збереження культурних ландшафтів?*
8. *Що таке фітомеліорація ландшафтів?*
9. *Які принципи покладено у створення нових стійких екосистем у великому місті й довкола нього?*
10. *Які основні екологічні впливи міста на ландшафти?*

13. СТРУКТУРА МІСТА І ФАУНА

Вільгельм Кюнелът, Вольфганг Тишлер і Герберт Вайднер були одними з перших дослідників, які більш 30 років тому приступили до поглибленого вивчення екології тварин у містах, були. Із цього часу інтерес екологів до «життєвого простору міста» безупинно ріс. Слід підкреслити, що наше зооекологічне розуміння міського середовища в порівнянні з іншими біотопами містить ще багато пробілів. Інформація по міських екосистемам залишається, порівняно фрагментарною. До того ж зооекологічні дослідження були зосереджені лише на невеликій кількості об'єктів. І все-таки зараз у цій області нагромадилася вже досить велика наукова література (понад 2000 джерел по Центральній Європі), що надає можливість зробити деякі узагальнення.

Наявність нових, чи навряд існуючих у природі екологічних ніш (особливо з погляду харчування й структури займаного простору) разом із кліматичними особливостями привело до незвичайних комбінацій факторів і формуванню особливої фауни (спеціалістів, убіквістів, безлічі адвентивних видів), а також специфічних угруповань тварин, зв'язаних новими взаєминами. Це відноситься як до міста в цілому, так, мабуть навіть більшою мірою, до окремих його місцеперебувань.

Багато видів і більш високі таксономічні групи, а також деякі життєві форми потенційно є особливо придатними для заселення міста. Це підтверджується й еколого-зоогеографічним походженням міської фауни. Вона самобутня в кількісному і якісному відношенні, як і фауна сухих лугов, верхівкових боліт і інших більш-менш природних біотопів. Однак істотна своєрідність міста полягає в мозаїчності часто зовсім протилежних по характеру місцеперебувань. Усередині нього близькі до природних ділянки, навіть невеликого розміру, можуть привести до появи видів, яких чи ледь можна зарахувати до міської фауни.

Ряд авторів намагаються розглядати все місто як єдину екосистему. Якими б проблематичними не були ці погляди, безсумнівно, що певні екосистеми пов'язані з різними місцеперебуваннями міста й у більшій або меншому ступені один з одним.

Велике місто часто являє собою в історичному плані нестійку кінцеву стадію розвитку населеного пункту; проміжними етапами на цьому шляху були село, дрібні і середні міста. Його не можна розглядати як єдину екосистему; в більшості випадків мова йде про мозаїку різних біотопів (квазігомогенних елементарних систем).

Ґрунт, клімат, антропогенні токсиканти, рослинність, інші харчові ресурси і наявність специфічних структурних елементів в окремих міських місцепроживаннях мають більш-менш сильні відмінності, що в багатьох випадках веде до утворення характерних зооценозів. Мозаїчний розподіл місць існування накладається на більш-менш виражене зонування міського середовища від центру до околиці. Тому залежно від їх розташування в однакових екологічних умовах простежуються еколого-фауністичні відмінності, виявлення яких є головною передумовою для опису міських градієнтів.

Міські місцеперебування можна розділити на дві великі групи: «будови» і «інші наземні місцеперебування».

Будови

Будови (тут – головним чином будівлі) як місцеперебування, створені людиною, безсумнівно, являють собою абсолютно особливі і частково нові для живого екологічні ніші. За структурою поверхні вони порівняні зі скелями і тим самим надають відповідні умови (субстрат, тріщини, отвори, їжа, мікроклімат) деяким видам, які початково мешкали в скелястій місцевості. Наступною особливістю є відносно висока температура, яку зовнішні стіни можуть набувати у залежності від експозиції і сонячного випромінювання і зберігати більш-менш тривалий

час. Це забезпечує існування деяких термофільних видів. Додаткові ніші виникають, якщо поверхня будівлі покрита рослинністю.

Залежно від використання, можна виділити різні типи будівель: житлові будинки, службові будівлі, складські приміщення, виробничі будівлі та ін. Для заселення тваринами внутрішніх приміщень важливо насамперед наявність там специфічних джерел живлення, а також температурний режим і вологість.

Непостійно опалювані житлові будинки

Характерним для цього типу будівель є відносно сильна мінливість температури в приміщенні протягом доби і року, а також сусіднє розташування опалювальних і неопалюваних в даний момент приміщень. Це створює насамперед у середній частині будинку (на поверхах) мозаїку різних життєвих умов. Усередині таких житлових будинків розрізняють, як правило, три основних зони: горища, поверхи, підвали.

Горища

Для горищ характерні максимальні амплітуди температурних коливань протягом доби і року. Тепловий режим дуже істотно залежить від покрівельного матеріалу, форми даху та вентиляції. Під дахами з червоної черепиці температура влітку може коливатися протягом доби від 12 до 42⁰С, при толевого покритті – від 16 до 42⁰С. Горища в основному сухі, лише місцями через пошкодження даху виникають більш-менш вологі умови, що стимулюють ріст грибів. Крім цих грибів єдине постійне джерело живлення для тварин – оброблена деревина різних порід, різного віку та стану. За своєю просторової структурі горища придатні також для гніздування, ночівлі і зимівлі.

Дерево, а також підвищена температура створюють оптимальні умови для розвитку деяких видів комах, наприклад для жуків - будинкового вусаня *Hylotrupes bajulus* (Cerambycidae) і різних точильників (Anobiidae). Для деяких видів кажанів горища є ідеальними місцями для

відпочинку, а також зимівлі.

З птахів це місцепроживання використовує для гніздування насамперед сизий голуб. Його гнізда, а також підстилка з екскрементів кажанів заселяються багатьма видами членистоногих, частина з яких може створювати гігієнічні проблеми. Велика кількість їжі, насамперед голубиною посліду, обумовлює високу чисельність видів членистоногих.

Табл. 13.1 Фауна гнізд сизого голуба (всього 20 гнізд)

Загін	Число видів	Число гнізд	Всього особин	Імаго	Личинки	Зрілі стадії
Жорсткокрилі	18	16	1515	353	1162	-
Двокрилі	12	8	2903	239	2664	-
Перепончатокрилі	5	9	50	50		-
Круглі	7	16	1938	27	1911	-
Лусокрилі	6	9	2293	5	-	2288
Ногохвістки	3	13	3924	-	-	3924
Сіноїди	2	4	15	-	-	15
Пухоїди	2	2	11	1	-	10
Трипси	2	2	13	11	2	-
Рівнокрилі	2	3	3	2	1	
Напівжорсткокрилі	2	12	241	67	174	-
Круглі	1	4	632	-	-	632
Блохи	1	2	31	20	11	-
Щетинохвістки	1	2	42	-	-	-
Шкірятокрилі	1	2	11	-	-	-
Всього	63	-	13569	775	5925	6869

Головним чинником зустрічальності домінуючих таксонів є трофічні зв'язки:

- кров і детрит гнізда: блохи;
- цвіль і детрит: ногохвістки, сіноїди, жуки-притворяшки;
- залишки тварин, кератин: шкіроїди, молі;
- екскременти: двокрилі;
- матеріал гнізда, харчові рештки: метелики родини Oecophoridae.

Регулярно зимують на горищах деякі види комах, наприклад

кропив'янка (*Aglais urticae*) і денне павине око (*Inachis*). Примітно проникнення на зимівлю в будівлі золотоочки *Chrysoperla carnea*, насамперед на горища і в неопалювані кімнати.

Деякі види сонечок зимують у будинках спільнотами (агрегації); насамперед це *Oenopia conglobata*. Вони надають перевагу щілинам у віконних рамах та аналогічні простори; переважає завжди *O. conglobata* (40-95%).

Характерним тваринам горищ є чорний щур, чисельність якого останнім часом у багатьох містах знизилася. Це пояснюється тим, що тепер на горищах майже не зберігаються продукти харчування.

Поверхи

Фауна поверхів в першу чергу залежить від наявності їжі, а також від структури простору, температури і вологості. Вже саме розташування приміщень обумовлює відмінність температурних умов: південні кімнати тепліше північних, мансарди тепліше кімнат першого поверху, окремо розташовані будинки холодніше будинків, що примикають один до одного.

Екологічно фауна поверхів підрозділяється на наступні групи: шкідники запасів, шкідники матеріалів, паразити людини, паразити домашніх тварин, мешканці домашнього пилу, мешканці цвілі, фауна квіткових горщиків і кімнатних рослин, синантропні двокрилі, павуки, випадково проникаючі (головним чином через вікна) види і «фауна холодильників».

Вайднер (Weidner, 1952) наводить 308 видів специфічних домашніх комах. Присутність шкідників запасів у квартирах залежить насамперед від відповідного харчового субстрату. Їх частка серед акліматизованих і адвентивних видів дуже висока.

Вирішальним фактором для присутності видів крім наявності їжі є також температура. Наприклад, постійними мешканцями будинків стали деякі теплолюбні види (щетинохвісток) як чешуйниця. Вона походить з

Середземномор'я і, можливо, також з Азії. Нині стала космополітом цукрова чешуйниця (*Lepisma saccharina*). Вона широко поширена в оселях, складських приміщеннях, а також у гніздах голубів і бджолиних вуликах; зустрічається вона і в природі (звичайна на півдні Центральної Європи, в Південній Європі). Відомі випадки масового розмноження цього виду в будинках. Основною їжею чешуйниці служить цукор, крохмаль та інші вуглеводи, які добуваються комахою також з проклеєного паперу або брудних ганчірок. Розвиток виду йде при температурі 15-32°C (оптимум - 28°C) і відносній вологості повітря більше 75% .

Типовими і мають особливе значення для зони поверхів кліщі домашнього пилу. Сьогодні вважається доведеним, що різні види кліщів, перш за все пірогліфіди (родина *Puoglyphidae*), є складовою частиною інгаляційних алергенів домашнього пилу. Серед них *Euroglyphus maynei*, *Dermatophagoides pteronyssinus* і *D. Farinae*. Наприклад, при дослідженні проб пилу в квартирах Гамбурга виявлено не менше 35 видів кліщів з 22 родин. Лірогліфіди становили 84% зборів, особливо часто зустрічалися *D. pteronyssinus* (73%) і *D. farinae* (10%).

Кліщі скупчуються в основному в ліжках, де зустрічаються в сотні разів частіше, ніж в решті домашнього пилу. Наступним місцем їх зосередження є м'які меблі. Лірогліфіди харчуються фрагментами шкіри та волосся, яких кожна доросла людина втрачає за тиждень близько 5 м. Кліщі цієї родини тісно пов'язані з пташиними гніздами і кімнатними птахами. Поширюються вони активно пересуваючись або пасивно, з використанням насамперед птахів і повітряних потоків, а також самою людиною (наприклад, їх систематично знаходять на зрізаного волосся в перукарнях). Сильна залежність кліщів від відносно високої вологості повітря обумовлює їх максимальну зустрічальність пізнім літом і ранньою осінню (в 5-10 разів більше, ніж взимку і навесні). Чисельність знижується з початком опалювального сезону, коли повітря стає сухішим. Існує

залежність між кількостями домашнього пилю і присутніх у ній кліщів.

Постійними мешканцями будинків стали деякі види ногохвосток. Особливо часто зустрічається вид *Seira domestica*, який можна вважати «домашнім»; він є явним синантропом (батьківщина - Середземномор'я). Часто в будинках спостерігається також *Entomobrya marginata*, що, можливо, пов'язано з наявністю цвілевих грибів. Відомі випадки масового розмноження цього виду, зокрема в зерносковищах.

На кімнатних рослинах поселяються різні комахи, зокрема попелиці, білокрилки і кокциди; так, червець *Pseudococcus adonidum*, який у квартирах мешкає на різних кактусах. Оскільки в будинках воліють розводити цілком певні види рослин, тут складається і досить стійке угруповання сисних фітофагів. Однак більшість видів кімнатних рослин практично вільно від комах.

Навіть невелика кількість ґрунту в квіткових горщиках достатня для заселення деякими видами ногохвосток, а також енхітреїд. Серед ногохвосток це, як правило, дуже дрібні види (0,8-2,0 мм), очевидно, особливо добре пристосовані до такого специфічного місця мешкання.

Серед двокрилих ряд видів можна вважати квартирними синантропами. Частина з них служить їжею специфічним кімнатним павукам.

Випадково проникаючі через вікна види, звичайно, не відносяться до типової фауни поверхів. Однак існує і більш регулярний приплив фауни, мінливий залежно від пори року і доби. Кімнатні павуки, частково залежать від цього джерела живлення. Іноді проникнення тварин в будинку особливо помітно. Так, повідомлялося про масові появи в квартирах *Allajulus londinensis*.

Холодильники вважаються непридатним для життя місцем, проте чорний садовий мураха (*Lasius niger*) (лялечки та імаго) і рудий тарган, або прусак (*Blattella germanica*), зустрічаються в них все частіше. При

застосуванні різних заходів боротьби з ними рудий тарган ховається, насамперед, у пустотах холодильників або на внутрішній стороні їх дверей.

Фізіологічні особливості цього теплолюбного виду субтропічних-тропічного походження легше зрозуміти, якщо врахувати значні добові коливання температури в області його походження. Поширенню прусака по планеті, безумовно, сприяла його стійкість до широкого діапазону температур. Ймовірно, змушений пошук тимчасових укриттів у вигляді щілин з температурою нижче оптимального рівня є частиною поведінкового репертуару цієї комахи і причиною її випадкового проникнення із холодильники. Подібна поведінка відомо також у мурашок *Monomorium pharaonis* і *Iridomyrmex humulis*.

Підвали

Присутність специфічних видів тварин в підвалах залежить насамперед від абіотичних факторів (темрява, висока відносна вологість повітря, стійка низька температура), наявності їжі (що зберігаються продукти харчування, дерево і цвілеві гриби), структури простору і порівняно слабких порушень. Сюди йде постійний приплив фауни з сусідніх біотопів (садів, дворів), у тому числі разом з картоплею, фруктами, деревом тощо. Власне, «підвальними» можна вважати лише деякі з цих видів, решта є їх здобиччю або використовують підвали для зимівлі.

Вирішальними факторами для поселення тут павуків є температура і вологість повітря. Більшість їхніх видів розмножуються не в певний сезон, а протягом усього року (майже завжди можна виявити статевозрілих особин).

Різні багатоніжки відзначаються більш-менш регулярно, наприклад кістянки *Lithobius forficatus* (заноситься з картоплею і овочами), *L. melanops* (також і в сухих приміщеннях), ківсяк плямистий (*Blaniulus guttulatus*) і багатосвязи *Polydesmus inconstans* (на запасах).

Будинковий цвіркун (*Acheta domesticus*) живе переважно в теплих, насамперед в опалювальних підвалах. Попелиця *Rhopalosiphon latysiphon* харчується в основному паростками картоплі і здатна до масового розмноження. Цей вид заселяє також селеру, моркву і солодкий, або чорний, корінь (*Scorzonera* sp.). У травні в колонії з'являються крилаті форми, в решту часу зустрічаються тільки безкрилі.

Часто у великій кількості зустрічаються комарі (наприклад, під час зимівлі), з яких найбільш звичайні *Culiseta annulata* і *Culex pipiens*. Зберігаються в підвалах фрукти, овочі і картоплю, мабуть, дозволяють існувати тут багатьом видам дрозоділід і мух-горбаток.

Типовими елементами підвальної фауни є деякі молюски. *Limax flavus* по праву вважають підвальним слимаком; цей вид лише зрідка зустрічається в верхніх поверхах (головним чином у ванних кімнатах) і в Центральній Європі в природі не виявлено. Він харчується картоплею, буряком, огірками, гарбузом, фруктами, овочами, грибами і квітковими цибулинами. Самка дає 12-50 кладок по 250-350 яєць. Потомство вилуплюється через 3-4 тижні і через 9-11 місяців стає статевозрілим. Вид живе до 2,5 років. В одному підвалі з 1953 по 1969 р виявлено 69 живих особин *L. taenitoides*, що мешкають у підвалах, а крім того, в теплицях і в природі. Цей слизень харчується фруктами, гарбузом, капустою, морквою, бруквою і картоплею. Самка дає 13-370 кладок по 680-830 яєць. Серед ссавців постійні мешканці підвалів - сірий щур і домова миша.

Будівлі, що постійно опалюються

Великі міста характеризуються насамперед великими комплексами постійно опалювальних будівель, до яких відносяться, наприклад, нові житлові райони, готелі та лікарні. Хоча їх температура іноді сильно розрізняється, все ж у приміщенні вона впродовж усього року залишається досить високою, коливання її незначні, екстремальні значення відсутні, а відносна вологість повітря в більшості випадків явно знижена. Часто в

таких будівлях. Відсутні «справжні» горища, а підвали зазвичай теплі й сухі. Тому ми розглянемо тут тільки зону «поверхів», фауна якої характеризується видами, як правило, відсутніми в будинках з непостійним і пічним опаленням.

Деякі тварини зустрічаються тільки в постійно опалювальних будівлях, наприклад фараонів мураха (*Monomorium pharaonis*) і терміт *Reticulitermes flavipes*. Про фараонові мурахи накопичені досить докладні дані. У зв'язку з тим, що температурний оптимум виду дорівнює 32 ° С, постійно опалювальні будівлі типу лікарень, хлібопекарень, ресторанів, готелів, закритих басейнів і оранжерей придатні для гнізд, які мурахи влаштовують в стінах поблизу джерел тепла. Великі колонії можуть нараховувати до мільйона особин. Мураха тропічного походження *Taripoma melanoccephalum* був виявлений в теплицях, а останнім часом і в квартирах з центральним опаленням.

Переобладнання не постійно опалювальних будівель в постійно опалювальні тягне за собою глибокі зміни у складі фауни. Наприклад, розвиток точильника призупиняється при включенні центрального опалення. Постійно опалювальні будівлі сприятливі для поселення і безперервної зміни поколінь.

Зміна чисельного співвідношення в містах між чорним (*Blatta orientalis*) і рудим (*Blattella germanica*) тарганами також пояснюється сильним збільшенням частки постійно опалювальних будівель: більш теплий і сухий клімат в приміщеннях сприятливішими для другого виду, а крім того, його розмноженню сприяють громадські кухні.

Розвитку платтяної молі (*Tineola bisselliella*) також сприяють тепло і сухість; ця комаха стала домашньою після того, як була завезена до Європи імовірно з Африки. У постійно опалювальних будівлях вона може давати 3-4 покоління в рік, а в інших умовах тільки 1-2.

Складські та деякі виробничі приміщення

Складські та виробничі приміщення більш-менш сильно розрізняються як по найважливіших абіотичних факторів, так і по наявності їжі (вільних ніш), а відповідно і по фауні, що їх населяє, яка частково схожа з фауною житлових будинків.

Деякі типи будівель важко піддаються класифікації (наприклад, сараї та пральні), проте можуть служити місцем життя для цілком певних видів; це показано на прикладі павуків. У сараях зустрічаються *Pholcus opilionoides*, *Sosticus loricatus*, *Tegenaria domestica* і *T. ferruginea*. Перший згаданий вид потребує відносно високої вологості повітря. *Dolichovespula saxonica* зі справжніх ос також воліє будувати гнізда в сараях. Пральні часто заселяються павуками *Ph. opilionoides*, *Achaearanea tepidariorum*, *Lepthyphantes leprosus* і *L. nebulosus*.

Млини, сховища борошна і зерна

Обстеження членистоногих на млинах і зерносховищах в Гамбурзі, дозволило виявити 407 видів (156 видів жуків, 83 – двокрилих, 51 – перетинчастокрилих, 36 – павуків, 26 – метеликів тощо) Цей тип будов, мабуть, з усіх описаних тут, володіє самою специфічною фауною, що включає високу частку космополітів. Деякі види комах з родів *Sitophilus*, *Trogoderma*, *Ephestia* і *Sitotroga*, а також ряд їх паразитів у природі більше не зустрічаються. Як борошно, так і оброблене зерно різних культур – місцеперебування багато в чому самобутньої фауни, яка поряд з паразитами може включати деяких вторинних консументів, наприклад жуків – карапузиків і стафілінід, що харчуються личинками двокрилих. Млинові відходи заселяються жуками. Крім того, на млинах і в коморах присутні специфічні мікробіотопи для тварин, у яких зернові продукти не є основною їжею.

Пекарні

Типовими тваринами пекарень вже протягом століть вважаються

рудий і чорний таргани і будинковий цвіркун, а останнім часом до них додалися фараонів мураха, вітрякова вогнівка, комплекс комірних кліщів, різні щетинохвістки. Для існування цих видів поряд з їжею необхідна насамперед висока температура. Так, щетинохвістки термобія домашня мешкає майже виключно в пекарнях, де харчується борошном і борошняними виробами.

Цей вид ще більш теплолюбний, ніж цукрові чешуйніци, і потребує температурі вище 24 ° С.

М'ясокомбінати

На м'ясопереробних підприємствах є насамперед два типи їжі: готові продукти та відходи. Деякі види падальних і сірих м'ясних мух (*Calliphoridae* і *Sarcophagidae*) заселяють свіже м'ясо і тому постійно зустрічаються на бойнях і харчових продуктах.

Фрукти та овочі

З фруктами та овочами (у широкому сенсі) в основному на початку ХХ ст. завезені деякі види тварин, серед яких лише мала частина змогла прижитися на більш-менш тривалий час. Видами, що поселилися тимчасово є, наприклад, щипавка *Euborellia peregrina*, завезена з бразильським горіхом з Бразилії, щипавка *Marava arachidis*, що потрапила в Європу з арахісом, копрою, кам'яним горіхом, насінням олійних (цей вид народжує живих личинок), жужелиця *Somotrichus unifasciatus*, завезена з бразильським горіхом з Бразилії (хижак шкідників запасів).

З бананами з Південної Америки завезли тарганів *Panchlora exoleta*, *Leucorphaea maderae* і *Periplaneta australasiae* (цей вид – також і з іншими фруктами), з яких прижився останній.

При обстеженні мух на овочевих ринках Будапешта виявлені характерні поєднання видів.

Природничі колекції та книгосховища

У природничих колекціях і бібліотеках зі старими книгами можуть

розвиватися плісняві гриби. Вони є харчовим субстратом перш за все для деяких сіноїдов і ногохвостки *Seira domesuca*. Ці комахи, насамперед сіноїди, з'їдаються іншими членистоногими, наприклад *Chelifer cancroides* і павуком *Oopops domestieus*. Останній вид довжиною 1,5-2 мм. Гербарії заселяються приблизно таким же набором видів, що і лікарська сировина.

Шкіра, шкури

На складах шкір і шкур мешкають головним чином деякі види жуків-шкіроїдів.

Винні льохи

Винні льохи за кліматичними показниками відрізняються від звичайних підвалів (найчастіше в них ще більш постійна температура, більш висока вологість повітря і специфічні харчові субстрати, зокрема дерево, заросле водоростями і грибами). Тому тут існують особливі види (наприклад, метелик *Dryadula ractolia*) і види з більш широкою нішею типу метелика *Oenophila vflavum* та інших представників сімейств *Tineidae*, *Oenophili*, гусениці яких живляться водоростями і грибами на бочках, стелях і стінах. В основному у винних погребах зустрічається жук *Orthoperus atomarius* (*Orthoperidae*), що поїдає цвіль, тут відмічені різні види дрозоділ і грибного комара *Macrocera* sp.

Інші наземні місцєперебування

Під цією назвою ми поєднуємо всі наземні місцєперебування, розташовані зовні приміщень; до них ставляться так звана «зовнішня оболонка» будинків і різні не озеленені та неозеленені міські території.

Зовнішня оболонка будівель. Зовнішні стіни будинків

Озеленені стіни будинків мають своєрідну фауну, яка відрізняється від фауни голих стін. Особливість її полягає, насамперед, у структурі простору, створюваного рослинами. Наприклад, серед цієї рослинності (виноград, кірказон крупнолистний, плющ), мешкає павук *Nigma walckenaeri*, який розтягує свої мережі на пластинках листків. Подібним же

чином поводить ся павук *Dietyna cirica*.

Неозеленені стіни будівель заселяються евсінантропними павуками *Cyphreiria ixobola* і *Zygiella x-notata*. Гемісінантропними видами цього місцеперебування є *Amaurobius similis*, *Harpactea rubicunda* і *Textrix denticulata* (цей вид також у будинках, отворах і тріщинах кам'яних стін) *Raneus diadematus*, *Zygiella atrica* і *Theridion melanurum*. Сонячні стіни і кам'яні огорожі заселяються також гемісінантропним павуком-скакуном *Salticus scenicus*, який зустрічається переважно влітку, іноді у великих кількостях, і в цей же час досягає статевої зрілості. Цей вид живе також на скелях і кам'янистих схилах. На стінах зустрічається і дозріваючий влітку синантропної вид *Sitticus pubescens*, що мешкає, крім того, в каменоломнях і на стовбурах дерев. Далі слід вказати деякі види сінокосів. До мешканців більш-менш кам'янистих місць відносяться *Eripsocus lucifugus*, *Pseudopsocus meridionalis*, *Blaste quadrimaculata*, *Neopsocus rhenanus*, *Psocus bipunctatus* і *Trichadenotectum germanicum*.

У заповнених розчином швах більш старих будинків поселяється бджола *Colletés daviesanus*. Вважається, що цей вид є шкідником будівель, повідомляється про його колонії в стінах з піщанику; особливе значення при цьому мають їх зернистість і твердість. Спочатку цей вид жив у твердих стрімких стінках долин древніх річок і прибережних обривів, тому був адаптований до поселення на будівлях. Інші міські перетинчастокрилі, можливо, також походять із таких природних біотопів (наприклад, *Hylaeus pictipes*, *Lasioglossum mono*, *Diodontus tristis*, *Trypoxylon figulus*, *T. clavicerum*). *Crossocerus elongatulus* мешкає навіть в бетонних стінах. Щелепами ці види вибирають розчин; гніздові ходи пристосовані до структурі швів цегляної стіни. *Colletés daviesanus* селиться також в личинкових ходах будинкового дроворуба. Обидва види поза містом влаштовують гнізда в порожніх стеблах рослин і в ходах, прогризених в дереві, так що ходи будинкового дроворуба створюють сприятливі умови

для їх розвитку. Відповідні кам'яні дерев'яні та глиняні стіни заселяються бджолою – *Osmia rufo* і різними видами бджіл роду *Hylaeus*, які поряд з пилком інших квітів збирають її з очитків (*Sedum spectabile*), особливо очітка їдкою, що часто зустрічається у містах (квіткові ящики, тріщини кам'яних стін, дах). *Osmia rufo*, очевидно, вельми пластична у виборі місць гніздування і крім ходів будинкового дроворуба заселяє та трубчасті структури. Види роду *Hylaeus* гніздяться в аналогічних глиняних стінах. У Кілі (ФРН) цей вид будував свої гнізда навіть на п'ятому поверсі будинку. В цементних швах, тріщинах стін і в старих віконних рамах гніздяться *Osmia caerulea*, *Hylaeus communis* і *H. hyalinatus*, причому останні види на висоті до 16 м. У місті особливо сприятливі умови, ймовірно, для бджоли-антофор (*Anthophora aservorum*) і її паразита *Melecta punctata*, що заселяють старі глиняні стіни і шви старих будинків. *Chelostoma florissomne* і *Ch. distinctum* розмножуються в старих парканах і в стінах сараїв насамперед в отворах, пророблених жуками селяться також у тріщинах кам'яних стін.

Дахи

Гравійно-бітумні покрівлі мають властиве тільки їм рослинне угруповання, так що на них слід очікувати присутності і особливого ценозу членистоногих.

Обстеження гравійно-бітумної плоскої покрівлі в Лейпцігу, яка заросла, в основному, *Sedum acre*, *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespiticium* і *B. argenteum*, показало дивно багату фауну. Виявлено наявність 60 видів жуків, у тому числі 31 вид стафілінід і 6 видів турунів. Фауністичною особливістю були такі види, як *Atheta aegra* і *Chilomorpha longitarsis*. Серед жуків переважали *Simplocaria semistriata* (27,2%, харчується, в тому числі, і личинки, мохом), *Bembidion quadrimaculatum* (21,8%, знайдені також личинки), *Helophorus nubilus* (5,8%, ймовірно, поселенню сприяє мох) і *Xantholinus linearis* (5,1%, виявлені також личинки).

Під виступаючими частинами дахів знаходили гнізда ос *Polistes gallicus*, *P. nimpha* і *Dolichovespula saxonica*. На плоских дахах іноді гніздиться чубатий жайворонок.

У жолобах дахів, ймовірно, також присутній власний ценоз, в якому вивчені насамперед тихходки і коловертки.

Балкони

Балкони внаслідок наявності на них різних видів рослин і певних просторових структур можуть бути місцями концентрації деяких видів тварин. Тут гніздяться деякі птахи: будинковий горобець, зеленушка, сільська ластівка і чорний дрізд. Міська ластівка часто гніздиться під балконом. Спостерігалось, що балконні рослини (наприклад, очиток) служать кормом для перетинчастокрилих, що селяться в стінах будинків (бджоли *Nylaeus communis*, *N. hyalinatus*). Квіткові ящики з пластмаси (полістиролового пінопласту) можуть бути підходящим місцем для розмноження комах. Було виявлено насамперед середньо-південноєвропейського перетинчастокрила *Ectemnius sexcinctus*, який широко поширився в Німеччині; спочатку цей вид гніздився в гнилому дереві (а також в кроквах, балках, віконних і дверних рамах), але полістироловий пінопласт, мабуть, прекрасно заміняє йому дерево, оскільки квіткові ящики заселяються не тільки одиничними особинами, але іноді і дуже великою їх кількістю. У систему ходів проникають на зимівлю щипавки, сонечко, хлібний трипс (*Limothrips segea*), а також перетинчастокрила *Pemphredon montanus*. Большеголовая оса (*Crabro vagus*) гніздиться в одвірках, перилах і квіткових ящиках. Її ходи завдовжки 4-5 см проходять паралельно верхній поверхні дошки. Звичайна щипавка (*Forticula auricularia*) часто зустрічається на балконах під квітковими горщиками і в квіткових ящиках.

Міські центри

У багатьох міських центрах розташовані історичні або нові

адміністративні будівлі, наприклад ратуші, вежі, церкви і висотні будинки. Вони часто оточені пішохідними зонами і головними торговельними вулицями. Ступінь розбудовування території дуже великий (понад 80%). Грунт, як правило, сильно заболочений і в більшості випадків являє собою антропогенний насипний покрив з штучного або природного субстрату.

Важливі абіотичні фактори навколишнього середовища досягають своїх екстремальних величин. Відзначається, насамперед підвищена і відносно стійка температура, а також дуже швидкий стік дощової води і пов'язана з цим низька відносна вологість повітря. Повітря в більшості випадків забруднене сірчистим газом і пилом. Велику роль відіграють вихлопні гази, що призводять до високої концентрації важких металів. Типова в багатьох випадках сильна засоленість ґрунту.

Рослинність розвинена незначно і відчуває сильний антропогенний вплив. Переважають дуже доглянуті газони, квіткові клумби, вазони та чагарникові насадження. Дерев зустрічаються зазвичай окремими екземплярами, дикорослі види майже повністю відсутні. Іноді на клумбах зустрічаються садові бур'яни. Окремі придорожні рослини можуть утворювати по краях газонів угруповання. На клумбах переважають трав'янисті декоративні рослини. Адвентивні види в ньому майже не зустрічаються.

На більш високих будівлях розмножуються колишні мешканці скель – галка, боривітер, чорний стриж і сизий голуб, численні будинковий горобець. Підрахунок птахів, що гніздяться на сільських церквах Мекленбурга показав, що це місцеперебування, де багато отворів і мало зовнішніх перешкод, можна розглядати в екологічному плані як «культурні скелі». З 15 виявлених видів переважали будинковий горобець, сизий голуб і звичайний шпак. У невеликих групах дерев гніздиться кільчаста горлиця. На горищах живуть різні види кажанів, насамперед пізній кажан, колонії яких можуть досягати до 3000 зимуючих особин кажана-карлика. У

підвалах і каналізаційних системах зустрічається сірий щур.

Райони старої забудови

Під районами старої забудови мають на увазі житлові квартали, що виникли до 1914 р з дво-, триповерховими (споруди до 1870 р.) або п'ятиповерховими будинками (1870-1914 рр.), часто без озелених внутрішніх дворів.

Тут характерні вузькі вулиці і суцільна забудова, що переривалася руїнами або ділянками знесених будівель, майже немає вільних ділянок землі (зайнято до 80%). Грунт, клімат і антропогенний вплив приблизно такі ж, як у центрі міста.

Рослинність відрізняється невеликою часткою декоративних рослин. Число видів дикої флори загалом незначно, тільки на руїнах і місцях зносу воно збільшується. Щільна забудова обумовлює присутність тіньовитривалих видів, а висока засоленість – наявність галофітів, наприклад бескільниці розставленої. Зустрічаються адвентивні види, що проростають з насіння, яке використовується як корм для кімнатних птахів. У внутрішніх дворах і на вулицях ростуть деякі породи дерев, наприклад ясен звичайний, клен, явір і неофіт айлант найвищий. Характерні деякі види птахів, що гніздяться на будівлях: будинковий горобець, сизий голуб, чорний стриж, горихвістка-чорнушка, а на озелених ділянках гніздиться кільчаста горлиця. Для будівель типові сірий щур і домова миша. Регулярно зустрічається кам'яна куниця.

Райони новобудов

Райони новобудов особливо зручні для спостережень за сукцесій міської фауни. Для заселення тваринами нових районів важливо їх околичне положення по відношенню до раніше забудованих міських кварталів, більш сильний вплив околиць і досить стандартний зовнішній вигляд, для якого характерні прямолінійні вулиці, що проходять через квартали великоблочних і великопанельних будинків, і озеленені території.

У різних містах тут створюються вільні екологічні ніші, що дає широкі можливості для порівняння.

Є цілий ряд робіт по заселенню новобудов птахами. Абсолютно незвичайні для них життєві простори дуже швидко заселяються певними видами; при цьому можна спостерігати деякі загальні закономірності (частково - сукцесії):

- домінують види, що гніздяться на будівлях; вони складають в більшості випадків понад 90% загального числа гніздових пар;

- у міру розвитку рослинності зростає кількість птахів, що розмножуються в природі на чагарниках і деревах;

- загальне число видів, їх число на 10 га, число гніздових пар і щільність заселення збільшуються з віком районів;

- чисельність чубатого жайворонка при цьому зменшується, оскільки в міру забудови зникають оптимальні для нього місцеперебування;

- міська ластівка дуже швидко заселяє райони новобудов, однак чисельність її коливається і згодом зменшується, оскільки:

- а) у міру озеленення стає менше матеріалів для побудови гнізд,

- б) розвиток зелені на фасадах будівель заважає зльоту птахів і скорочує кількість місць, придатних для побудови гнізд;

- в) мешканці через забруднення балконів не допускають присутності гнізд.

Після будинкового горобця міська ластівка, як правило, найчастіший вид. У Ростоку в районі Люттен-Клайн середнє за 13 років число гніздових пар ластівок становило 41,2, середнє велика кількість (число пар на 10 га) – 7,20, а середнє домінування за даними десятирічних обліків – 13,14 %. Причина цього, передусім, сприятливі умови для гніздування, наявність доступного матеріалу для пристрою гнізд і велика кількість корму. Виявлено 33,1% попелиць, 24,2% мух і 21,2% комарів, 57,3% рівнокрилих і 31,9% двокрилих. Міська ластівка легко знаходить місця скупчення своєї

здобичі. Відмічено велике збільшення популяції цього птаха в районах новобудов, яка пізніше досягає більш-менш стабільного розміру. Для будівництва гнізд переважають певного типу балкони, які відкриті тільки з одного боку і йдуть в фасад принаймні на глибину 0,75 м. За деякими даними, міські ластівки селяться тепер і на балконах різних старих будівель. Вони воліють влаштовувати свої гнізда на камені, цеглі та клінкері (64,4%). У Ростоку 87,7% гнізд відзначено на балконах, а 10,3% – над входами будинків. В інших місцях кількість балконів із гніздами було менше, і більше значення мали виступи дахів, особливо довжиною 30-50 см (67,5% гнізд) (30-100 см – 94,2%, крайні розміри 5 і 170 см). Гнізда прикріплялися до будівель, починаючи з висоти 2,5 м і закінчуючи дахами 24-поверхових будинків. В Гамбурзі виявлено 70% гнізд на висоті 4-8 м, 42,7% гнізд будуються на західній стороні, 42,2% – на південній, 12,6% – на східній і 2,3% – на північній.

Типовими видами, що з'являються тільки в міру розвитку дерев і чагарників, є славка-завирушка, чорний дрізд і кільчаста горлиця. У новому районі Галле-Нойштадт чорний дрізд став гніздитися тільки через 10 років. За цей же час значного збільшення чисельності славки-завирушки. Видове різноманіття після заснування району новобудови спочатку дуже високе, але з часом воно зменшується і знову зростає паралельно розвитку рослинності.

Встановлено суттєве коливання чисельності популяції горихвістки-чорнушки. Причина цього, мабуть, полягає в конкуренції за місця гніздування з домовиком горобцем, чисельність якого швидко збільшується. У Галле-Нойштадт ця горихвостка дедалі більше поширюється, стаючи тут звичайним птахом.

Порівняння даних шести обліків у районах новобудов Ростока, Берліна, Хойерсверда і Гамбурга всюди показало наявність потомства у будинкового горобця, чубатого жайворонка, чорного дрозда і зеленушки.

Більш ніж в 75% районів гніздилися славка-завирушка, горихвостка-чорнушка, чорний стриж і також, ймовірно, сизий голуб. У нових районах середнє велика кількість будинкового горобця становить 77,0%, чорного стрижа – 6,3%, чорного дрозда – 5,0%.

У міру розвитку рослинної сукцесії в районах новобудов орнітоценоз стає все більш схожим на характерний для так званого «зеленого міста»: 18 видів птахів з 28 зустрічаються в «зеленому місті», серед них все - першого класу сталості (від 75 до 100%). У новому районі Хойерсверда, що існує з 1950-х рр., виявлено 20 видів птахів, що гніздяться у тому числі багато тих, що гніздяться в природі на чагарниках. Порівняння двох молодших і одного більш старого районів новобудов показало загальну щільність 29,6 і відповідно 84,8 гніздових пар на 10 га.

Незабаром після побудови нових будівель в них активно або пасивно проникають перші представники внутрішньобудинкової фауни. Наприклад, павук-косарик *Pholcus phalangioides* з'являється менш ніж через рік, а павук *Tegenaria atrica* – через два роки. Ще швидше відбувається заселення кліщами і різними жуками. У міру зниження вологості спільнота цих грибоїдних і частково м'ясоїдних видів змінюється. Іноді відзначаються яскраво виражені спалахи розмноження окремих видів, чисельність яких потім у міру висихання будівель різко скорочується (або вони змінюються іншими видами).

В особливо великих кількостях вже через два місяці після заселення будинку зустрічаються кліщі роду *Atneroseius*. Оптимальні умови в новобудовах створюються, очевидно, для кліща *A. plumigerus*; вони обумовлюють сильне розмноження.

Раннє опалення при закритих вікнах призводить, у зв'язку з випаровуванням води з кам'яних стін, до високої вологості повітря, а це в свою чергу – до утворення великих плям цвілі на підлозі, меблі, ізоляції, шпалерах тощо. До масової появи кліщів сприяє партеногенетичне

розмноження. При цьому часу для утворення великих популяцій видів, що харчуються пліснявими грибами, очевидно, занадто мало, оскільки весь цикл розвитку до спалаху своєю чисельністю вони повинні встигнути пройти менш ніж за 12 місяців. Виникають їх спільноти з 2-7 видів, що проникають з навколишнього середовища і спочатку відносно слабо заселяють тільки що побудовані дома; винятком є акароїдний кліщ *Tyrophagus putrescentiae*.

Часто зустрічається також жук-плоскотілка *Ahasvérus adve* занесений з тропіків з цвілими рослинними продуктами. Він був виявлений в 300 квартирах п'яти міст округу Потсдам, в більшості випадків - вже в перші чотири тижні після вселення в квартиру. Причиною є наявність цвілі. У цьому місцезнаходженні регулярно зустрічаються також види родини *Lathridiidae* і Сіноїди (наприклад, *Psyllipsocus ramburi*, *Dorypte*.)

Вазони з квітами

У багатьох великих містах з архітектурним міркувань, особливо в центрі, встановлюються різного розміру бетонні ємності, які засаджуються різними рослинами. Оскільки протягом року, як правило, проводять пересадку (а іноді і не один раз), ці вазони стають місцями постійного проникнення в центр міста різних видів тварин, які заносяться разом з посадковим матеріалом. Деякі з таких ємностей засаджуються також багаторічними чагарниками, так що стає можливим утворення власного зооценозу. Визначення тварин з ґрунтових пасток показує, що широко поширені в основному види, що вважаються еврибіонтними. У центрі Лейпцига в таких місцях були виявлені деякі жуки, найчастіше, жужелиці *Harpalus rufipes* і *Enicmus transversus*.

Окремі зелені насадження

У поняття «окремі зелені насадження» входять рослини, які об'єднують поодинокі дерева, алеї і живі огорожі. Вони цікаві як «перевалочні пункти» та екологічні канали, що з'єднують суцільні зелені

масиви, а також мають естетичне та кліматичне значення.

Певні властивості різних видів дерев дозволяють їм добре розвиватися навіть у центрі міст. До таких порід відносяться, наприклад, мешканці ущелин, види, стійкі до солі, які застосовуються для танення льоду, та інших шкідливих факторів. З іншого боку, дерева в міських умовах піддаються безлічі небезпек і стресових впливів (пошкодження, інфекції, зміни ґрунту, погане забезпечення водою, забруднення повітря). Високий відсоток «хворих» дерев; вони часто схильні до заселення ксилофагів та сисними комахами.

Окремі дерева можуть служити місцями харчування, проживання і розмноження відносно великої кількості тварин, тому вони важливі насамперед як «перевалочні пункти». На них гніздяться, наприклад, кільчаста горлиця, лазорівка, садова горихвістка, велика синиця, вяхирь, звичайний шпак, славка-завирушка. Прикладом заселення дерева комахами може бути модрина в центрі Відня, на якій виявлено багато видів. Чисельність деяких таксонів на міських деревах може бути дуже великою, наприклад на липі висотою 15 м нараховано близько 1 млн. попелиць. На певних частинах дерева можуть з'являтися специфічні зооценози, наприклад на стовбурах, зарослих мохом, лишайниками і водоростями. На структуру цих співтовариств може впливати сірчистий газ.

Алеї та посадки дерев вздовж вулиць важливі насамперед як шляхи розселення і коридори, що зв'язують міські зелені насадження з навколишньою місцевістю. Так, зелений коник (*Tettigonia viridissima*) може проникати в центр міста по рядах дерев; те саме можна сказати про велику синицю, лазорівку і звичайну білку. Рослинність пристовбурних кіл часто заселена фітофагами, у ґрунті мешкають ногохвостки, кліщі, тихходки і нематоди.

Досліджена залежність між протяжністю живоплоту і числом видів

(на прикладі турунів), які його заселяють. Живі огорожі іноді на дуже маленькому просторі представляють собою найрізноманітніші харчові ресурси як для фітофагів (евріфагів і стенофагів), так і для хижаків і паразитоїдів; велика також їх структурна різноманітність. Найважливіші функції живоплотів, пов'язані з їх тваринним світом.

Транспортні зони. Вулиці, площі, мости

Територія, відведена транспорту: міські автобани, транзитні траси, великі автомобільні стоянки і т. д., характеризується майже повною відсутністю відкритого ґрунту. Вихідний ґрунт звідси часто вилучений і замінений чужорідним природним і штучним субстратами. Ґрунт по узбіччях транспортних шляхів ущільнений і часто більш лужний, ніж удалині від доріг. Рослинність тут і в інших важкодоступних непроїзних ділянках трас представлена середньою кількістю видів (приблизно 400). Сіль, використана для танення льоду, сприяє поширенню беоквальниці розставленої, а гербіциди – проникненню рослин з глибокою кореневою системою, наприклад купиря лісового, борщівника європейського (*Heracleum spondylium*) і осоки волохатої; на міських околицях тут зустрічаються великі зарості лободи продовговатолісної. На нескошених узбіччях доріг розростаються багаторічні рудеральні рослини. Утворюються крайові смуги покісниці розставленої, асоціації *Anthriscetum sylvestris* (збіднена), *Descurainio – Atriplicetum oblongifoliae*, угруповання *Artemisia vulgaris – Arrhenatheum elatius*.

Таблиця 13.2. Значення живих загород для фауни; приклади трофічних і структурних функцій (по Zwolfer, 1982)

Екологічні аспекти	Трофічна функція	Структурна функція
1	2	3
Фауна і спосіб життя	Харчові зв'язки, ланцюги і мережі	Місця гніздування (птахи), співу, сну, притулку, місця засідки хижаків (пауки), місця зустрічі самців і самиць (різні групи комах)

1	2	3
Популяційна екологія, популяційна динаміка	Популяційна екологія, популяції тварин і рослин, конкуренція, хижаки як чинник смертності. Зворотні зв'язки між ланками одного харчового ланцюга	Вплив розміру і міри ізоляції живоплоту, різноманітності її структури, густина розміщення загорож по площі, ґрунтових чинників смертності, імміграції і еміграції
Обмін з околицями міста	Кормові ресурси для корисних членистоногих, особливо в екстремальних ситуаціях. Джерело альтернативного хазяїна для паразитоїдів. Використання нектару, пилку і медвяної роси (комахи), плодів (птахи, дрібні ссавці). Потрава дичиною. Джерело шкідливих організмів (попелиці)	Проміжні стадії для видів з великим радіусом дії (журчалки, сонечко). Рефугії тварин при антропогенних порушеннях в околицях міста (косовиця, оранка, заходи по боротьбі з шкідниками). Місця приземлення "повітряного планктону" (дрібні комахи, молоді павуки). Місця зимівлі тварин з околиць

Проїжджа частина здійснює в основному три різних види впливів на тваринний світ:

- тварини гинуть в результаті руху транспорту або висихають на позбавлених ґрунту транспортних магістралях;
- вона ізолює місцеперебування одне від одного і значно сприяє наданню їм острівного характеру;
- транспортні викиди та інші антропогенні фактори (сіль для посипання доріг, гербіциди) мають вирішальний вплив на фауну узбіч, так що тут можуть виникати зовсім нові асоціації, так звані антропогенні зональні зооценози. Між ними і природними перехідними екосистемами;
- імовірно інша структура угруповань біоти;
- інша реакція на іммігрантів і ймовірна відсутність міцних сінекологічних зв'язків, які надають стабілізуючий вплив на межуючі один з одним зональні зооценози;
- постійне порушує вплив на угруповання догляду за узбіччями доріг, яке періодично перериває формування зооценозу через часте

скошування трави та застосування гербіцидів.

З іншого боку, узбіччя являють собою шляхи проникнення евритопних, а також ксеро-, гелио- і термофільних форм. Деякі види знаходять тут оптимальні життєві умови внаслідок рясної їжі у вигляді мертвих хребетних тварин.

Дороги створюють і інші трофічні ніші, наприклад, для комахоїдних видів (трясогузки білої, горихвістки-чорнушки, будинкового горобця, звичайного шпака, їжака звичайного), які збирають розчавлених комах з проїжджої частини, а також для видів, що ловлять комах, використовуючи ефект дороги (наприклад, сільської і міської ластівок, чорного стрижа), і для рослиноїдних, які живляться фруктами і насінням що впали (наприклад, будинкового горобця, чубатого жайворонка, чорного дрозда, зеленушки).

Рослинний світ узбіччя зазнає впливу різних антропогенних факторів, наприклад солі для танення, пилу, важких металів, фотосмога, свинцю, кадмію та нікелю. Ці забруднення можуть використовуватися деяким «видами тварин як ресурси, про що свідчить присутність тут галофільних видів.

Дощові черв'яки (*Lumbricus terrestris*) містили в зоні дії вихлопних газів свинцю в 11 разів, кадмію в 5,9 рази, міді в 5,5 рази і цинку в 2,7 рази більше, ніж у контролі без таких викидів. У жувелиці *Pterostichus cupreus* поблизу проїжджої частини вміст свинцю було в 7-8 разів вище, ніж в її околицях, однак у стафілі – на *Oscypus olens* подібної різниці не виявлено. Виявлено, що вміст свинцю дорівнює 13,7 мг / 1 г сухої маси для рівноногих *Porcellio scaber* і *Armadillidium vulgare* 7,9 мг / г для щипавки *Forficula auricularia* (на міській околиці - 2,5 мг / г). Концентрація свинцю у павуків *Araneus umbratus* чітко відображає вміст цього елемента в повітрі і корелює з його вмістом в лишайнику *Lecanora conizaeoides*. Відмічена відсутність явної кореляції між вмістом свинцю в ґрунті і щільністю

дротяників (личинок жуків-коваликів).

Самці ящірки *Lacerta muralis* в Саарбркжкене (ФРН) містили свинцю і кадмію більше, ніж самки, причому з віком ця розбіжність між ними збільшувалася.

У жужелиці *Pterostichus cupreus* поблизу проїжджої частини вміст свинцю був в 7-8 разів вище, ніж в її околицях, однак у стафіліна *Oscypus olens* подібної різниці не виявлено. Встановлено вміст свинцю 13,7 мг/1 г сухої маси для рівноногих *Porcellio scaber* і *Armadillidium vulgare* 7,9 мг/г для щипавки *Forficula auricularia* (на міській околиці - 2,5 мг/г). Концентрація свинцю у павуків *Araneus umbratus* чітко відображає вміст цього елемента в повітрі і корелює з його вмістом в лишайнику *Lecanora conizaeoides*. У самців ящірки живородної (*Lacerta vivipara*) виявлено виразні градієнти вмісту важких металів в залежності від відстані до проїжджої частини. У центральній частині Саарбрккена у головного вокзалу найважливіші групи тварин (багатоніжки, рівноногі, дощові черв'яки і слимаки) містили більше свинцю і кадмію, ніж на прилеглих територіях.

Спостерігали дуже сильне пошкодження глоду яблуневою попелицею (*Aphis rotii*) на роздільній смузі та узбіччі автобану з дуже інтенсивним рухом.

Причиною посилення присутності яблуневої попелиці поряд із сприятливими температурними умовами біохімічні зміни рослини-хазяїна, викликані забрудненням на автобані (вихлопні гази, сіль, повітряні потоки від проїжджаючих машин, пил).

Абіотичні фактори проїжджої частини іноді істотно відрізняються від панівних на прилеглий території (сильне прогрівання, посилений поверхневий стік, слабе випаровування) і створюють особливі мікрокліматичні градієнти. Мікроклімат проїжджої частини та узбіччя подібний зі степовим. Уздовж узбіччя, що представляють собою

стрічкоподібне місце проживання, існують специфічні ценози. Істотну роль серед турунів тут грають лісові жувелиці (наприклад, *Pterosiichus niger*, який досить часто перетинає дороги). На видове різноманіття по узбіччях сильно впливає забруднення вихлопними газами. Очевидно, існує наступний ланцюжок впливів: зміна абіотичних чинників під впливом проїжджої частини; зміна рослинних угруповань; формування зональних зооценозів під впливом специфічних механічних впливів і шкідливих викидів.

Градiєнт умов від навколишнього лісу до узбіччя показаний на прикладі зниження чисельності і біомаси турунів (поблизу проїжджої частини домінують більш дрібні види). В цьому дослідженні відзначено 9 видів, які уникають доріг, 15 видів, що мешкають поблизу них і 13 видів без явної вираженості.

За допомогою ґрунтових пасток досліджували фауну жуків на розділових смугах автобанів. Виявлено в середньому 259,2 особин на пастку. На сонячному північному узбіччі зібрано 233,1 особин на пастку, на тіньовому південному – 96,9. Підвищена присутність на розділювальній смузі властива насамперед видам родин Staphylinidae, Anisotomidae, Nitidulidae і Elateridae; представники Carabidae, Curculionidae, Silphidae і Tenebrionidae частіше зустрічалися на узбіччі.

Бар'єрний ефект доріг, мабуть, обумовлений насамперед наступними причинами:

- зміна найважливіших мікрокліматичних факторів на відстані до 30 м з кожного боку проїжджої частини;
- структура біотопу може діяти як механічна перешкода;
- численні викиди та порушення, наприклад шум, пил, нічне освітлення, вихлопні гази, засоленість ґрунту, кювети;
- мінливість рослинності внаслідок обробки гербіцидами і механічних впливів;

- створення біотичного бар'єру з рослин чужорідних формацій і поява нових видів тварин;

- між видами різного походження і в умовах постійної імміграції виникає особливо сильна конкуренція за найважливіші ресурси в зональному зооценозі.

Серія пасток: загибель при перетині дороги, здування потоками повітря дрібніших видів

Чотирирядна дорога - такий же ефективний бар'єр розповсюдження дрібних ссавців (і жуків), як і водна смуга вдвічі більшої ширини. Якщо до дороги прилягає не ліс, або відкритий простір, її ізолююча дія може значно знижуватися.

Бруковані тротуари, місця стоянок транспорту та вулиці бувають переважними місцем життя для різних перетинчастокрилих, особливо для деяких видів, що мешкають в піску. На деякі види добре впливає висока температура, яка під вуличним покриттям значно вище, ніж у відкритому ґрунті. Порівняно з навколишньою місцевістю тут спостерігається прискорення розвитку і більш рання поява комах. Крім того, очевидно, сприятливий вплив відчувають тут види зі схильністю до суспільного способу життя. В таких місцях проживання відзначено їх 22 види з родин – Formicidae (2), Mutillidae, Pompilidae (1), Sphecidae (9), Andrenidae (1), Anthophoridae, Halictidae (3) і Melittidae (1). Найчастіше зустрічалися: *Lasius niger*, *Crabro peltarius*, *Crossocerus wesmaeli*, *Oxybelus bipunctatus*, *O. uniglumis*, *Andrena barbilabris*, *Nomada sheppardana* (у *Lasioglossum sexstrigatum*), *Hatictus rubicundus* і *Lasioglossum sexstrigatum*.

У останнього виду було знайдено 34 гнізда на 1 м², у *C. peltarius* – 31 (180 на 15 м²); мінімальна відстань між гніздами становило 1,4 см. Виявлено 35 гнізд піщаної оси *Cerceris arenaria* між камінням брукованого тротуару на його відрізьку довжиною близько 50 м. В інших спостереженнях виявлено 13 гнізд цієї оси на площі 1 м². Тут же на 1 м²

було 86 гнізд *Halictus sexstrigatus* (між плитами тротуару – 70) і 32 гнізда *Andrena barbilabris*. Кормовою базою для перетинчастокрилих цього місцеперебування є насамперед плодові дерева, а також нектар інших квіткових рослин.

Деякі види риючих ос (*Sphécidae*) годують своїх личинок певними групами двокрилих, яких у місті особливо багато. Видимі зовні ознаки гнізд більш-менш видоспецифічні; відстань між каменюками і основним ґрунтом дуже істотно впливає на видовий склад.

Аналіз брукованого простору перед будинком, дозволив виявити різноманітну фауну (71 вид, не рахуючи кліщів і ногохвісток). Встановлено деякі закономірності річного заселення, розподілу, зміни аспектів і походження окремих видів.

Міські мости більш-менш регулярно заселяються деякими видами тварин, наприклад павуками *Cyphopora sericata* і *Meta meriana*, які заселяють насамперед мости, перекинуті через водні простори. В Галле спостерігали колонії міської ластівки на Сталевій конструкції моста через річку Заале (1974 р. – 8 гніздових пар, 1975 р. – 14, 1977 р. – 50). Тут же гніздилися трясогузка біла і будинковий горобець.

Залізничні споруди

В зоні залізничних споруд (рейковий шлях, вокзали, шляхові споруди), за винятком будинків, багато відкритого ґрунту.

Він характеризується антропогенними нашаруваннями каменю, гравію, піску і незначною природною часткою ґрунту. Спостерігається сильне поверхневе нагрівання насипів. Часто застосовуються гербіциди та солі для танення, пальне та мастило утворюють локальні забруднення. Флора тут дуже багата. Переважають соляні однорічні та теплолюбні багаторічні види. Поряд з цим зростає багато неофітів і адвентивних рослин, наприклад *Salsola kali*, *Amaranthus albus*, *Eragrostis poaeoides*, *Euphorbia virgata*, види ослинника, *Vulpinus myuros*, *Brassica napus*. Види з

глибокою кореневою системою можуть виживати після застосування гербіцидів. З боків залізничного полотна і на бездіяльних шляхах з'являються дерева (тополя, робінія, береза).

Даних по фауні цього місцеперебування порівняно небагато. Відзначено гніздування кільчастої горлиці. Кам'янка зустрічається в бідних на рослинність теплих колійних спорудах. Залізничні насипи можуть бути придатним місцем життя для дикого кролика і ящірок роду *Lacerta*. Спостерігали колонію бджіл *Dasypoda plumipes*, яка за віком не менше 50 років, на вантажній платформі вокзалу. На чагарниках залізничного насипу в Відні вивили три види саранчі (*Acrididae*), що свідчить про важливість таких трас як шляхів імміграції. У старих гниючих залізничних шпалах може жити жук-вужькокрилець *Nacerda ferruginea* (*Oedemeridae*).

Озеленені площі

Озеленені площі в місті, безсумнівно, є центрами поселення тварин. Виявлені тут зооценози порівняно близькі до природних та часто багаті видами, оскільки в цих місцях проживання в багатьох випадках імітують, а іноді навмисно або ненавмисно зберігають первинні природні умови (острівці лісу).

Парки

Парки являють собою комплекс поєднаних в різних кількісних відносинах газонів, чагарників, дерев та насаджень декоративних квітів. Зазвичай багато відкритого ґрунту. Часто маються природні ґрунти, місцями насипний природний субстрат; в більшості випадків вноситься помірна доза добрив. Парки надають пом'якшувальну дію на міський клімат, вирівнюють температуру, осаджують та пов'язують речовини, що забруднюють повітря. На інфільтрацію води їх вплив майже не виявляється, але частково підвищується вологість. Біоциди і солі для танення застосовуються тут лише в невеликих кількостях. Видове різноманіття газонів залежить від частоти скошування, характеру ґрунту,

витоптування, віку фітоценозів, добрив і затінення. Частка автохтонних видів визначається розміром, віком газону та доглядом за ним. Часто зустрічаються інтродуковані дерева і чагарники. Парки є рефугіями для зникаючих місцевих видів, а також археофітів і неофітів; крім того, це острова існування в містах лишайників. Домінуюче газонне угруповання - *Bellidetum*-, типові також фітоценози класу *Plantaginetea* (особливо асоціація *Lolio - Plantaginetum*), а також спільноти *Arrhenatherion*; місцями зустрічаються близькі до природних заростей чагарники, в ландшафтних парках можливі залишки природних лісів.

Відповідно до структури біотопу, складу рослинності і станом парку його фауна буває відносно багата, свідченням чого є насамперед наявність деяких груп членистоногих.

У різних досліджених груп членистоногих виявилось, що домінують майже завжди єврійські види, часто з широким географічним поширенням. Переважають дрібні, високо рухливі форми. Сприятливі умови і для видів, більш-менш не залежних від мертвого покриву ґрунту, на яких його регулярне видалення не робить негативного впливу (зимівля в ґрунті, весь цикл розвитку на дерев'янистих рослинах). Мозаїка різних біотопів всередині одного парку часто також позначається на заселенні його тваринами.

У чотирьох парках в центрі Лейпцига було виявлено 49 видів павуків, але в кожному парку переважали характерні тільки для нього види.

У павуків відбувається відбір дрібних видів-«аеронавтів» як типу, ідеально відповідного для багатьох місць існування зелених масивів. Вони можуть легко заселяти острівні міські біотопи, а завдяки вертикальному і горизонтальному розселенню уникають перешкод. Вони переносять такі механічні порушення, як косовиця, обробка ґрунту, витоптування, очевидно, краще, ніж великі види, оскільки потребують дуже дрібних

притулків.

У міському парку в центрі Лейпцига виявлено 4 види равноногих: *Armadillidium vulgare* (51,1%), *Porcellio scaber* (34,0%), *Oniscus asellus* (12,8%) і *Hyloniscus riparius* (2,1%). Серед багатоніжок в цьому ж парку переважав вид *Allajulus londinensis*. Виявлено 11 видів ногохвосток, серед яких переважали *Isotoma viridis*, *Lepidocyrtus cyaneus* і *Orcheselia villosa*.

Завдяки великій кількості квіток і попелиць в парках особливо часто зустрічаються мухи-джурчалки. Так, в колоніях попелиць місцевих видах декоративних чагарників виявлено 11 видів джурчалок, а на бузині чорній (*Sambucus nigra*) – 4 види. В одному з парків Амстердама протягом року виявлено 46 видів джурчалок, в тому числі *Metasyrphus lundbecki* – вид, новий для фауни Нідерландів.

У самому центрі Лейпцига були виявлені примітні в фауністичному відношенні види стафілінід. Тут часто зустрічалися види, що вважаються звичайно «рідкісними», але спостерігалися і зворотні випадки. У парку Шванентайх зібрано 53 види, в парках Йоханна і Артур-Брет-Шнайдер – по 61. У кожному з двох останніх парків виявлено 23 види, яких не було в інших місцях. Поряд з якісними відмінностями спостерігалися і значні кількісні розбіжності в зустрічальності окремих видів. Переважна більшість виявлених стафілінід були євритопними видами. Переважання в рудеральних біотопах Праги видів з г-стратегією (незалежна від щільності популяції висока смертність, сильні коливання щільності, швидке заселення нових територій, короткий цикл розвитку), наприклад, з родів *Oxytelus* і *Aleochara*. У двох парках Праги домінували (> 5%) *Omalium rivulare*, *Rugilus rufipes*, *Othius punctulatus*, *Xantholinus linearis*, *Heterothops dissimilis*.

У парках Варшави виявлено 66 видів гніздових птахів, з щільністю 104 пари на 10 га. На дрібних паркових територіях в центрі міста висока щільність досягається за рахунок видів-візитерів як під час гніздування (до

Таблиця 13.3. Види птахів, що гніздяться в міських парках.

Індекс	Вид	Лейпциг						Карл-Маркс-Штадт								
		Внутрішнє кільце, %			Фріденспарк, 23,2 га, %			Централер-Клайн парк, 6,5 га, %			Шлостайхпарк, 10,7 га, %			Гроспарк, 23,5, %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	чорний дрізд	22	22,7	25,9	30	12,5	31,6	18	27,7	20,5	39	28,0	20,5	15	6,4	7,5
4	звичайний шпак	10	10,3	11,8	12	5,2	12,6	9	13,8	10,2	11	10,3	7,5	46	19,6	23,1
1-4	зеленушка	3	3,1	3,5	8	3,4	8,4	23	35,4	26,1	28	26,2	19,2	2	0,9	1,0
4	велика синиця	6	6,2	7,1	8	3,4	8,4	2	3,1	2,3	4	3,7	2,7	15	6,4	7,5
4	зяблик	1	1,0	1,2	4	1,7	4,2	2	2,1	2,3	17	15,9	11,6	14	6,0	7,0
5	лазоревка	2	2,1	2,4	8	3,4	8,4	2	3,1	2,3	8	7,5	5,5	13	5,5	6,5
4	вяхирь	10	10,3	11,8	3	1,3	3,2	1	1,5	1,1	2	1,9	1,4	4	1,7	2,0
1-4	кольчатая горлиця	7	7,3	8,2	1	0,4	1,1	20	30,8	22,7	18	16,8	12,3			
1-2	будинковий горобець	3	3,1	3,5				6	9,2	6,8	5	4,7	3,4	2	0,9	1,0
2-4	зелена пересмішки	8	8,2	9,4				1	1,5	1,1	3	2,8	2,1	1	0,4	0,5
3-4	сіра мухоловка				2	0,9	2,1	1	1,5	1,1	2	1,9	1,4	2	0,9	1,0
2	славка-завирушка	4	4,1	4,7				1	1,5	1,1	2	1,9	1,4			
3-4	співочий дрізд				2	0,9	2,1				1	0,9	0,7	5	2,1	2,5
3-4	садова горихвостка	2	2,1	2,4	1	0,4	1,1							3	1,3	1,5
3-4	звичайний поползень							1	1,5	1,1	3	2,8	2,1	4	1,7	2,0
2-3	польовий горобець				3	1,3	3,2				4	3,7	2,7			
	чорноголова славка				2	0,9	2,1							5	2,1	2,5
3-4	садова славка	1	1,0	1,2										6	2,6	3,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2-4	великий строкатий дятел										1	0,9	0,1	4	1,7	2,0
	малинівка													10	4,3	5,0
	в'юрок канарки															
1	щиголь				4	1,7	4,2									
	очеретянка	4	4,1	4,7	4	1,7	4,2							8	3,4	4,0
3	пеночка-вескічка													7	3,0	3,5
2-4	пеночка-теньківка													7	3,0	3,5
4	пеночка-тріскачка															
	галка	2	2,1	2,4										4	1,7	2,0

570 особин на 10 га), так і взимку (до 709 особин на 10 га).

Різноманітність видів і щільність заселення залежать, насамперед, від структури деревостану, віку насаджень, кількості місць гніздування для птахів, що гніздяться в дуплах, розмірів і положення території, наявності чагарникового ярусу, укриттів, будівель і водойм, наданого людьми корми, рослинної і тваринної їжі. Під час вегетаційного періоду на відкритих паркових площах переважають сизий голуб, звичайний шпак і будинковий горобець (візитери). Взимку домінують грач, галка, будинковий горобець, сизий голуб і велика синиця. В цей сезон там, де людина регулярно підгодовує птахів, може скупчуватися 83-148 кг їх біомаси на 10 га (сизий голуб, грач, галка, будинковий горобець), а в місцях, бідних кормів – 20-25 кг на 10 га.

Ботанічні сади

Ботанічні сади в зооекологічному відношенні мало відрізняються від парків. Однак особливістю їх, мабуть, є велике число видів рослин, серед яких багато інтродукованих, на дуже малій території та високу різноманітність мікробіотопів, які через свої невеликі розміри безпосередньо контактують один з одним (безліч кордонів дотику).

У ботанічному саду в Кілі виявлено 10 видів сінокосів: переважали лісові таксони (60,7%) і гемерофіли (71,3%). Для цих членистоногих вельми важливо наявність рефугіумів, так як на них особливо негативно впливають механічні порушення.

Екологічний оптимум виду можна визначити за вищою часткою самиць (зниженому співвідношенню статей). Це, очевидно, стосується *Odiellus bieniaszl* самиці яких менш активні і більше прив'язані до одного місця (щільність їх активних особин зростає в міру наближення до кращого біотопу сильніше, ніж у самців).

Обліки в ботанічному саду Кіля показали 52 види павуків. Значною мірою тут були відсутні види-мисливці, такі як засадчікі, наприклад

представники родини Lycosidae, Gnaphosidae, Clubionidae і Thomisidae, переважали дрібні тенетні види відповідно 99,2% особин дрібніше 5 мм; в інших місцях проживання - 6,5-54,6%; 60,8% особин в інших місцепроживання-1,5-37,6%, відносилися до видів, які часто поширюються по повітрю («аеронавти»). Видовий склад залежить від мозаїчного характеру розповсюдження рослин. Паралелі простежуються з фауною полів, садів, смітєвих звалищ і берегових наносів. В цьому ж саду було виявлено 11 видів губоногих багатоніжок. Евдомінантами були гемісіантропний вид *Lithobius microps* (67,6%) і багатоніжка-камнелаз (*L. forficatus*) (19,0%). Щільність активних особин, як і у двупарноногих багатоніжок, була майже в 4 рази вище, ніж в схожих, але великих за площею і однорідних біотопах за містом. Асоціація губоногих і двупарноногих своєрідна й інша, ніж в околицях міста, хоча біотопні фрагменти ботанічного саду схожі з корінними стаціями цієї місцевості. Особливо часто зустрічається невеликий вид *L. microps*, що пояснюється легкістю заносу і слабкою чутливістю до механічних порушень.

Фауна двупарноногих в цьому ж місці налічувала 15 видів, серед яких евдомінантами були *Allajulus occultus* (22,9%) (геміоінтроп), *Polydesmus superus* (22,8%), *A. londinensis* (12%), *Ophiulus pilosus* (11,4%) і *Unciger foetidus* (11,0%). До більш дрібних видів *A. occultus* і *P. superus* (Tischler, 1980) належало 45,7% особин.

Зоопарк

Різноманітні способи утримання тварин в зоопарках, а також схожість у більшості випадків з парками, сприяють існуванню їх багатой фауни. Так, наприклад зоопарк в Празі характеризують, як рефугіум рідкісних видів, що в першу чергу обумовлено його частково степовим характером. Прикладом можуть служити ящірка *Lacerta viridis*, прямокрилими *Oecanthus pellucens* (Oecanthidae), багатоніжки *Monotarsobius dubosqui* (Chilopoda) і *Symphyllelopsi arvenorum* (Symphyla),

жуки *Abraeus parvulus* (Histeridae), *Orthocerus clavicornis* (Colydiidae) і *Cylindromorphus bohemicus* Obenbergerterra typical (Buprestidae).

Деякі види фауни у зв'язку з особливостями утримання тварин у зоопарках спостерігаються особливо часто, наприклад жуки *Necrophorus humatonn* *Oeseoptoma thoracica* (Silphidae) (на залишках корму). Частота народження домового горобця може бути навіть надлишковою.

Дослідження фауни перетинчастокрилих в зоопарку присутність 213 видів жалких (Aculeata). Садова тераса і навколишні стіни виявилися місцями концентрації багатьох видів. Абсолютним гемерофілом був вид риючих ос *Cerceris rybensis*. Виявлені також деякі паразити личинок цього виду – *Omalus auratus*, *O. constrictus*, *Hedychrum gerstaeckeri* і *Chrysis cyanea* (Chrysididae). У зоопарку Галле з 1971 по 1981 рр. було виявлено 592 види метеликів. Зоологічні сади вважаються також місцями концентрації і проникнення адвентивних видів, що може відбиватися на складі паразитів тварин, що містяться у зоопарку.

Кліщі *Blattisocius tarsalis* і *B. keegani* розвиваються на культурах комах і харчових продуктах, уражених комахами. *Paracarophenax dermestidarum* поїдає яйця в культурі жуків, *Percanestrinia blaptis* – в культурі жуків-медляків роду *Blaps*. *Histiostoma feroniarum* зустрічається в різних культурах комах, а *H. laboratorum* в культурі дрозоділ.

Кладовища

Кладовища в багатьох відносинах істотно не відрізняються від парків. Особливістю їх є емоційно обумовлена відсутність порушень, що сприяє появі деяких видів і насамперед хребетних. Безхребетні в цих місцях досі майже не вивчалися. Структура кладовищ визначається, в основному, кількістю і видом деревної рослинності. Багато відкритого ґрунту. Часто мова йде про природні ґрунти, але з перемішаними горизонтами. Місцями застосовується в великих кількостях біоциди (гербіциди на доріжках, добрива). На кладовищах трав'яний покрив дуже

різноманітний, зустрічаються окремі тіньовитривалі бур'яни, чагарники з нітрофільних опушечних видів декоративні рослини. На сильно оброблених гербіцидами ділянках домінують різні очитки. Серед дерев переважають інтродуковані види, в більшості випадків багато хвойних. Існують особливі цвинтарні адвентивні види. Кладовища – це острова масового розвитку лишайників. З точки зору рослинності для них характерна асоціація, а також опушечні угруповання, наприклад, з фіалками *Viola odorata* і *V. hirta*, фітоценози класів *Plantaginea* (наприклад, *Sagino-Bryetum*) і *Sedo-Scleranthetea* (фрагменти).

Поряд з домашніми кішками більш-менш регулярно спостерігаються кам'яна куниця, горностай, ласка, звичайний їжак, білобрюха білозубка, дикий кролик, білка звичайна, миші польові, лісова і жовтогорла, полівка звичайна.

Кількісні дані є в основному по птахам. Види птахів, що гніздяться в природі на деревах і в дуплах, на кладовищі так само різноманітні, як і вприміських біотопах зі схожою структурою.

Обліки членистоногих показують очікувано високу різноманітність видів. Зазначалося 46 видів денних метеликів, 61 вид шовкопрядів, 133 види совок і 108 видів п'ядунів. Таке видове багатство пояснюється передусім безліччю кормових рослин. Особливим харчовим ресурсом є старий хмиз вінків, в якому часто мешкає жук-плоскотілка *Silvanoprus fagi* (*Cucujidae*). На кладовищах звичайний жук *Rhizophagus parallellocollis* (*Rhizophagidae*). З кінця квітня до травня на пам'ятниках на кам'яних стінах можна спостерігати масове його скупчення, що нараховують тисячі особин. Цей вид, ймовірно, відноситься до трупної фауни і вважається пожирачем цвілі (дерево трун). Він явно веде підземний спосіб життя і віддає перевагу темним місцеперебування типу льохів, нор ссавців, глибоких компостних ям.

Спортивні споруди

У цих місцях поряд з територіями, позбавленими рослинності, переважають газони і різних масштабів посадки декоративних дерев і чагарників. Відкритого ґрунту багато. Він сильно перемішаний, часто насипний (іноді штучні покриття). Природні ґрунти зберігаються головним чином на спортивних майданчиках міських околиць. Застосовуються біоциди (гербіциди і речовини, що сповільнюють ріст рослин). Рослинність бідна видами, часто переважають рослини, стійкі до витоптування. По схилах ростуть окремі елементи сухуватих луґів, а по краях майданчиків - декоративні чагарники. Поширені угруповання класу Plantaginea, особливо асоціація Lolio-Plantagineum, частково переходить в інші.

Типовими хребетними стадіонів є жайворонок чубатий і дикий кролик. З турунів, звичайно переважають *Amara aenea*, *Harpalus aeneus* і *Salathus fusipes*. На газонах мешкає, головним чином, червневий хрущ (*Amphimallon solstitiale*, Scarabaeidae). Коротко підстрижена трава, очевидно, сприятлива для розвитку його личинок (сприятливі температурні умови): на 1 м² зеленої площі біля доріжки припадає 40 личинок. Вид мало чутливий до забруднення ґрунту іонами солей, застосовуваних для танення льоду, він зустрічається і в природних засолених ґрунтах. неодноразово повідомлялось про масовий рух цих жуків в містах, наприклад в Карл-Маркс-Штадті, Лейпцигу (більше 1000 особин серед скверу в центрі міста на початку липня).

Сади

Переважно дрібні садові ділянки в межах міста характеризуються поєднанням невеликих засаджених корисними і декоративними рослинами ряди, які розділяють доріжки і дуже дрібних газонів, а також різних по площі і густоті деревних насаджень. У більшості випадків багато відкритого ґрунту. Ґрунти майже завжди природні, рідше насипні, часто дуже сильно удобрені. Іноді у великих кількостях застосовуються біоциди.

Природна рослинність представлена садовими бур'янами і деякими стійкими до витоптування видами. Є фрагменти спільнот садових бур'янів.

Фауна садів неоднорідна і перебуває під сильним впливом антропогенних факторів, однак можна виділити типові види, їх поєднання і відносини домінування. За винятком шкідників культурних рослин, тваринний світ цих місць вивчений поки мало.

Фауна дощових черв'яків включає в основному мешканців мінеральних ґрунтів і гумусу, наприклад *Octolasion* sp., *Allolobophora* sp. і *Lumbricus rubellus*. Уже на дрібному городі було виявлено *Allolobophora georgii* і *Octolasion cyaneum*.

Дослідження невеликого саду на околиці Альтенбурга показали наявність 47 видів павуків. Домінували *Diplocephalus cristatus* (14,9%), *Silometopus réussi* (13,9%), *Centromerita bicolor* (10,5%), *Lepthyphantes tenuis* (9,7%), *Pachygnatha degeeri* (7,3%), *Diplostyla concolor* (4,4%) і *Bathyphantes gracilis* (4,2%). З них 64,3% були «аеронавта». Багато серед виявлених видів відносяться до світлолюбивих (можливо і теплолюбивих), наприклад *P. degeeri*.

Типова висока частка комах, які відвідують квіти. Особливе значення мають ці місцеперебування для метеликів, різноманітність видів яких може визначатися структурою саду.

Міські сади служать рефугіумами для жалких перетинчастокрилих; в Кілі їх виявлено 139 видів.

Личинки жука-носорога (*Oryctes nasicornis*; Scarabaeidae) в більшості випадків розвиваються в межах або поблизу населених пунктів у компості, парниках, гнойових купах, гнойових ямах, серед деревної тирси, в гниючій соломі і аналогічних місцепроживання, тому сади є для них важливою екологічною нішею. Іноді популяції цих жуків досягають великої щільності, особливо в безпосередній близькості від відповідних виробничих площ (городів, місць виготовлення органічних добрив, паперу

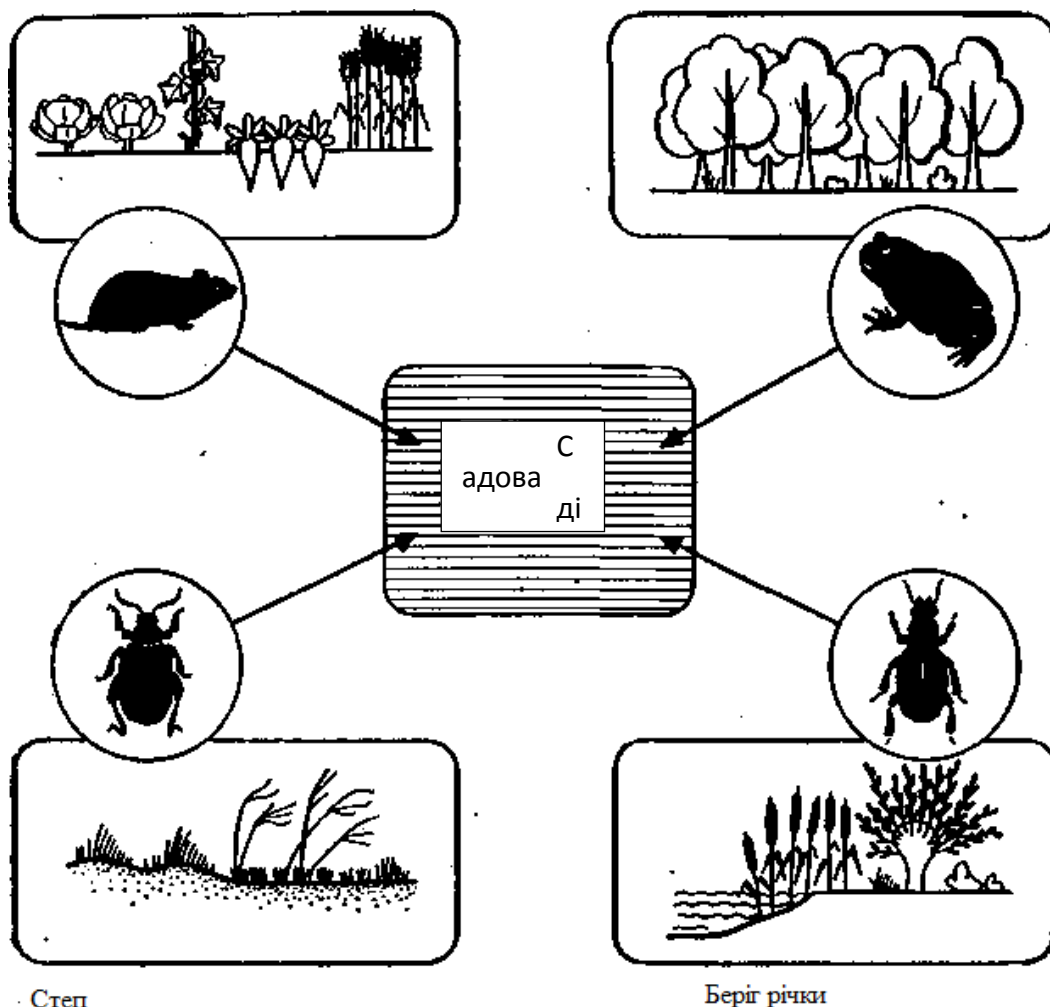


Рис.13.1 Походження фауни садової ділянки у Відні

і тощо). В компостних купах виявлено 146 видів жуків, в тому числі 96 видів стафілінід. Іноді в таких місцях проживання знаходять таксони, що вважаються рідкісними, наприклад *Philontus addendus*, мешканця ходів дощових черв'яків.

Теплиці

Під терміном «теплиці» ми об'єднуємо дуже різні види споруд, загальним для яких є тільки ізоляція від зовнішнього середовища за допомогою скла або іншого матеріалу. Тому тут іноді спостерігаються значні відмінності в температурному режимі, водопостачанні, складі флори і ґрунту, у характері використання та інтенсивності обробки пестицидами. У постійно опалюваних оранжереях ботанічних садів з довготривалою рослинністю і незначним застосуванням отрутохімікатів,

можуть оселятися навіть види тропічного походження. При порівнянні фауни подібно влаштованих теплиць виявляється дивовижна близькість їх видового складу. Значну частку видів можна назвати «космополітами теплиць». Це переважне місце поселення адвентивних видів. Нижче наводяться деякі дані, що свідчать про різноманіття тепличної фауни, в якій налічується близько 800 видів (без найпростіших).

Прісноводна медуза *Craspedacusta sowerbyi* була занесена з Бразилії в водойми з підігрівом різних ботанічних садів, а потім розселилася і в природу. В теплицях живуть завезені, ймовірно, з тропіків плоскі черві *Plasocerphalus* (*Bipalium*) *kewensis* і *Rhynchodemus bilineatus*. Серед кільчастих черв'яків *Eisenia japonica* занесена з Японії, а *Dendrobaena veneta* – з Середземноморської області.

З теплиць ботанічних садів Берлін-Далем і Берна, орхідейних оранжерей поблизу Парижа і різних теплиць Великобританії повідомлялося про павука *Nasarius adansonii*. Мікрокліматичні умови теплиць сприяють появі популяцій, які налічують багато тисяч особин. Можливо з субтропіків або тропіків було завезено *Achaearanea tepidariorum*, який став типовим для теплиць павуком і вважається піонером їх заселення. Підходящі вологість і температуру павук іноді знаходить і в інших місцепроживання, наприклад в складських приміщеннях, пральнях і на скотарнях. *Heteropoda venatoria*, можливо, відноситься до адвентивних видів; його популяції існують з 1923 р в акваріумних приміщеннях зоопарків Лейпцига, Берліна і Дрездена.

Два види теплолюбних рівноногих – *Porcellio laevis* і *P. dilatatus* були завезені з Середземноморської області та часто зустрічаються в теплицях, де було виявлено 19 синантропних видів мокриць.

Серед ногохвісток поряд з численними видами відомі специфічні мешканці теплиць, наприклад *Sinella* Соес. Ногохвістки часто поширюються по всьому світу з бульбами рослин або під корою деревних

стовбурів (антропогенні космополіти). Так, для Гамбурга наведено 18 прикладів такого роду.

До умов теплиць успішно адаптувався космополітичний оранжерейний коник (*Tachycines asynamorus*), що відзначається з 1982 р в Гамбурзі. Коник *Phlugiola dahlemica* в одній теплиці спостерігався більше 20 років. На папороті відзначена тля *Idiopterus nephrolepidis*. В теплицях зустрічаються також попелиці *Macrosiphoniella oblonga*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacorthum circumflexum*, *A. solani* і *Myzus ornatus*.

До теплиць, а також квартир приурочений ряд видів трипсів, наприклад *Parthenothrips dracaenae*, *Hercinothrips femoralis*, *Heliothrips haemorrhoidalis*, *Chaetanaphothrips orchidii*, *Scirtothrips longipennis* і *Leucothrips nigripennis*.

В теплицях ботанічних садів виявлений східноазійський жук *Ptilodactyla luteipes* (*Ptilodactylidae*).

Пустеля

Цей тип біотопів включає в містах в основному старі рудеральні ділянки, зарослі звалища і захисні смуги, користуватися якими заборонено законом. Грунт, як правило, відкритий, за складом дуже різні в залежності від початкового використання місця; вони бувають як природними, так і антропогенними. Зазвичай є багата рудеральна флора. Велику роль відіграють види, типові для первісної форми використання даної площі, наприклад сегетальні, лугові рослини сухих травостоїв. Зустрічаються окремі дерева, в тому числі ясен, гарний і гостролистий клени. На пустирях ростуть лише деякі адвентивні види. Переважають угруповання класів *Artemisietea* і *Agropyreteae*, а також зарості рудеральних чагарників.

Серед членистоногих зустрічаються, головним чином, асоціації рослиноїдних, в тому числі сисних видів, часто з надзвичайно великою їх чисельністю на один вид рослин: на полину звичайної і пижмі відзначено приблизно по 100 видів; характерний вид для полину звичайного – муха

строкаткрилка Охупа *parietina* (Trypetidae).

Характерними видами птахів цього місцєперебування є насамперед болотна очеретянка, потім чубатий жайворонок, сіра славка і кам'янка. Болотяна очеретянка тільки в останні роки стала гемерофілом, яка гніздиться на ділянках, що заросли бур'янами.

Залишки неміських екосистем

В межах міста можуть в різній формі існувати залишки неміських екосистем (наприклад, лісів, лісопосадок, чагарників, гаїв, полів, лук, боліт, ставків, озер, сухих травостоїв). Ці місцєперебування особливо важливі як рефугіуми для заселення міських озелених територій, «перевалочні пункти» і сполучні елементи. Тут переважають природні відкриті ґрунти. Неміські біотопи видозмінюються під впливом міста; наприклад, в приміські ліси проникають нітрофільні рослини і неофіти (бузина чорна, недотрога мілкоквіткова, черемха пізня, клен). Колись багаті видами біоценози більш-менш збіднюється.

Старі деревні насадження, досить часто зберігаються в містах є, насамперед, містами мешкання тварин (особливо комах), які вже майже не зустрічаються за містом. Близькі до природних міські біотопи представляють собою їх реліктові місцєзнаходження, іноді званими навіть «реліктами незайманих лісів». На старих деревах ботанічного саду в Західному Берліні виявлені, наприклад, такі рідкісні жуки, як *Anitys rubens* (Anobiidae), *Scydmaenus hellwigi* (Scydmaenidae), *Pycnomerus terebrans* (Colydiidae), *Aderus oculatus* (Aderidae). Жук *Protaetia aeruginosa* (Scarabaeidae) зустрічається в потертих стовбурах старих дубів.

Природно, що цей вид не обмежений у своєму поширенні тільки старими міськими дубами, однак міста і насамперед великі парки є для нього важливими місцєзнаходженнями. Так, було виявлено цих жорсткокрилих в міських парках Відня.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Назвіть структуру біотопів міста?
2. Надайте загальну характеристику фауни міста?
3. Які екологічні чинники лімітують наявність фауни в різних екологічних нішах міста?
4. Яким чином екологічні властивості виду визначають його місцез перебування в місті?
5. Які види птахів гніздяться в міських парках?
6. Які типи тварин домінують в містах?
7. Назвіть фауну залізничних споруд?
8. Назвіть основні місця проживання птахів в місті?
9. Надайте загальну характеристику фауни міста?
10. Чим відрізняється фауна районів старої і нової забудови міста?

14. ПОХОДЖЕННЯ І СКЛАД МІСЬКОЇ ФАУНИ

Міська фауна може включати, як види, які спочатку існували в даному місці, так і прибульців (імігрантів). Точні докази збереження в містах популяцій, присутніх ще до заснування міста, отримати важко, принаймні для довго існуючих населених пунктів. Це означає, що їх фауна, ймовірно, здебільшого складається з імігрантів, пов'язаних походженням з аграрним ландшафтом, епілітних місць проживання (скелі), троглобіотне (печери в широкому сенсі слова, нори тварин), лісами і пустелями, безлісними сухими ландшафтами.

14.1. Реліктові види

Хоча точні докази реліктового характеру популяцій доступні лише в дуже рідкісних випадках, можна припускати, що частина видів збереглася в містах ще з «доміських» часів. Ймовірно, це може бути застосовано, з одного боку, до ґрунтових форм, стійких до переміщень ґрунту або до тих, які живуть у місцях, які ніколи не забудовувалися, а з іншого боку - до мешканців дерев (особливо старих), здатних дуже довго існувати дрібними популяціями.

Прикладами можуть служити двухвостки *Jarux braueri* і пластинчатовусий жук *Protaetia aeguginosa*. Більшого числа реліктів можна очікувати в залишках не міських екосистем (наприклад, метелик *Thaumetopoea pinivora*).

14.2. Адвентивні види

З продовольством, матеріалами, рослинами тощо. В міста постійно заносилися і заносяться різні тварини. Якщо вони відносяться до місцевої фауни, то цей процес майже не помітний (і утруднює виявлення реліктових видів). Однак у багатьох випадках мова йде про чужорідні елементи

фауни, які в даному регіоні виявляються вперше саме в містах. Насамперед їх знаходять у складах, коморах, теплицях, на вокзалах, в портах, на аеродромах.

Оселяються на деякий термін, що дозволяє відносити їх до ефемерофітів, багато з них навіть не помічаються зоологами. Однак процес цей надзвичайно інтенсивний; достатньо уявити собі, скільки особин завозиться ненавмисно з причепами до легкових машин, наметовим обладнанням тощо в першу чергу з південних країн. Можливістю поселення володіють, головним чином, види, що знаходять вільні або слабо заповнені екологічні ніші (харчові продукти, матеріали), що відповідають їх вимогам.

Деякі види вже давно оселилися на цій території і стали складовою частиною місцевої фауни. Строго кажучи, їх уже не можна назвати адвентивними. На жаль, на відміну від рослин час і походження їх тільки в рідкісних випадках точно відомі. Тільки відносно невеликого числа видів можна говорити про свідомо завезенні їх людиною; більшість же занесено ненавмисно і активно поширилися «самі по собі».

Строго кажучи, штучно розселені види не можна зараховувати до адвентивних, проте між ними можна провести і деякі паралелі, наприклад часто незначні перспективи тривалого виживання, необхідність відповідних екологічних ніш, а також велику роль випадковостей. Так, невеликі популяції південно-східної та західноєвропейської ящірки *Lacerta muralis*, що виникли в результаті випуску тварин, зберігаються в містах іноді десятиліттями в місцях, схожих з її природними місцями проживання (тріщини кам'яних стін, руїни, пам'ятники, виноградники). Іноді в містах випускають черепах, і ті більш-менш успішно приживаються. Це стосується насамперед європейської болотяної черепахи, які раніше зустрічалася в Берліні та інших містах Центральної Європи.

14.3. Середземноморські види

Деякі поширені в Середземномор'ї тварини прив'язані до цієї області лише існуючими там для них оптимальними екологічними умовами. Коли непереборних перешкод для розселення немає, вони виявляють тенденцію до розширення свого ареалу та осідання на нових територіях в якості адвентивних видів. Для існування їх поряд з їжею необхідна, в першу чергу, м'яка з рясними опадами зима і тепле, сухе, сонячне літо. Навіть якщо поєднання цих факторів зустрічається тільки на невеликому просторі, виникає можливість активного або пасивного поселення середземноморських видів за межами їх суцільного ареалу. Такими фауністичними елементами в Центральній Європі часто служать південні схили, улоговини та інші «острівці тепла».

Менше уваги зверталось в цьому зв'язку на міста Центральної Європи, особливо великі, які цілком можуть стати життєвим простором для середземноморських видів, так як температура в них зазвичай вище, ніж на околицях. Так, встановлено, що середньорічна температура на околицях Західного Берліна дорівнює 8,3-8,5⁰С, а в його центрі - 9,9⁰С, причому максимальна температура тут вище на цілих 7⁰С. В центрі Саарбрюккена (ФРН) температура на 1,7⁰С вище, ніж в середньому по місту (9,8⁰С). Вважається, що міська температура в середньому на 1⁰С вище сільської, за іншими оцінками типова для багатьох міст різниця температури в 1,8⁰С і вище: так в безвітряні дні вона може досягати 10⁰С.

Друга особливість температурного режиму всередині міста – значно менші добові і річні коливання. Така вирівненість виникає в результаті впливу декількох чинників. Так, в місті існують в більшості випадків відносно стійкі температурні шари, теплообмін між якими слабкіший, ніж на околицях. Смог, хоча і знижує днем сонячне випромінювання, вночі перешкоджає віддачі тепла. При температурних інверсіях застій повітря особливо помітний. Спостерігається так званий «ефект духовки»,

нагрівання стін, відбиття ними тепла, зміна провідної здатність ґрунту, швидкий стік опадів і ослаблене у зв'язку з цим охолодження. Крім того, місто само виробляє тепло.

Сприятливим для середземноморських тварин може бути й те, що в містах, з наведених вище причин, росте велика кількість рослин із Середземномор'я.

Ногохвостки *Seira domestica* – середземноморський вид, що зустрічається перш за все всередині будинків. Коник *Mesopema méridionale* – комаха, поширена в Південній Франції, Італії, на півдні Австрії і в Швейцарії, він відзначений у ФРН в теплих місцях проживання на півдні Верхньорейнської рівнини (Фрайбурзького улоговина, Кайзерштуль) і в містах Гундельфіген, Фрайбург, Нойнлінден (Кайзерштуль) і Фалькао (Шварцвальд), Відень та Інсбрук, Оффенбург. Примітно, що при просуванні цього виду на північ насамперед заселяються в основному міста. Він відзначений, наприклад, в зелених насадженнях. Очевидно, численна популяція цього виду помічена на стіні будівлі, зарослій *Fallô ria aubertii* разом з видом *M. thalassinum*. Інші місця міських знахідок включають виноградні шпалери, кущі троянд, парки зі старими деревами, алеї в центрі міста. *M. méridionale* за межами міста майже завжди зустрічається поодинокими особинами.

Мабуть, при поширенні цього виду вирішальну роль відіграють автомобілі; його регулярно помічали на транспортних засобах, які він не покидає навіть на повному ході.

Середземноморський жук *Amischa forcipata* – стафілінід був вперше виявлений в Німеччині в двох місцях на території Лейпцига. Раніше північно-східнимі кордоном його ареалу вважалася Австрія. Цей вид поширився також у ФРН (Рейнланд, Дюссельдорф).

Добре вивчено розселення сонечка *Epilachna argus* з єдиного відомого з 1954 р. маленького ареалу в районі Кіфхойзер, ФРГ. Під час

проникнення в сусідні райони (ймовірно, по залізниці) основними місцями проживання на її шляху були різні міста, що пояснювалося великою кількістю в них переступня (корм для жука) і, можливо, сприятливими місцевими кліматичними умовами. Спочатку вид був виявлений в Бад-Франкенхаузені, в 1967 р; у Гатерслебені, в 1968 р.; в Ашер-Слебені, потім Кведлінбурзі (1969), Хальберштадті (1972) і Іені (1978). Подібне спостерігалось і в Австрії.

Середземноморський вид вусача *Calamobius filum* було виявлено на газонах в центрі Франкфурта-на-Майні. Середземноморський вид перетинчастокрилих *Hyaleus punctatus* спостерігалися на квітах ромену, сниті, очітка їдкою тощо, а також на території міста Герліца, а в 1985 р. в Дрездені. Обидва міста - єдині місцезнаходження цього виду у ФРГ і до цих пір самі північні з відомих пунктів його розповсюдження. Мураха *Nuroropera punctatissima* із середземномор'я недавно виявлений в Центральній Європі; спочатку він з'явився в містах ФРГ - Берліні, Потсдамі, Грайці, Галле і Лейпцігу. При будівництві гнізд поза будівлями ці комахи, ймовірно, завжди потребують додаткового тепла для зимівлі.

Деякі південноєвропейські павуки селяться в центральноєвропейських містах, оскільки можуть використовувати запаси тепла внутрішніх і зовнішніх стін будинків. Йдеться насамперед про види *Nigma walckenaeri* (статевозрілі особини з'являються тільки в серпні), *Dictyna civica* і *Zygiella x-notata* (тепло комор дозволяє замовити коконом). Південний вид сінокосців *Nelima sempronii* був виявлений тільки в міській межі Варшави, в околицях міста знахідок не було.

Із середземномор'я походять два види рівноногих *Porcellio laevis* і *P. dilatatus*, що зустрічаються в Центральній Європі в теплицях. Ці та деякі інші середземноморські види можна вважати адвентивними. Середземномор'ї - один з найважливіших первинних ареалів таких елементів фауни. Проникнення їх в нові райони відбувалося, ймовірно, вже

багато століть тому, зараз безліч середземноморських видів можна віднести до міської фауни. В якості прикладів можна назвати також види *Armadillidum vulgare* і *Harporhthalmus danicus*, з яких перший знаходиться в містах, мабуть, особливо сприятливі умови.

Кільчастий черв'як *Allolobophora icterica* з Південно-західної Європи проник в центральну Європу і зустрічається тут, ймовірно, тільки в містах. Цукрова чешуйниця (*Lepisma saccharina*), яка походить ймовірно, із Середземномор'я і зустрічається там в природних умовах, широко поширена в містах Центральної Європи (квартирний синантроп), проте в природі тут не зустрічається (принаймні у ФРГ). Середземноморська щетинохвістка термобія домашня (*Thermobia domestica*) може розвиватися тільки в пекарнях, оскільки потребує особливо високої і відносно постійної температури. Чорний тарган проживає в чорноморській області і зустрічається на південному сході Європи в природі. У центральноевропейських містах він відомий вже більше 400 років. Те ж саме можна сказати про рудого таргана (його батьківщина - Крим), який на противагу чорному іноді спостерігається в природі навіть у ФРГ. Будинковий цвіркун з природним ареалом в Південному Середземномор'ї і Західній Азії успішно розселився в центральноевропейські міста. Можливо, він був завезений сюди ще римлянами. У містах він все частіше знову зустрічається поза будинків, особливо влітку – на вулицях, у тріщинах кам'яних стінах, біля труб центрального опалення, на сміттєвих звалищах. Постільний клоп теж походить з середземноморської області; вважають, що він з'явився в центральній Європі близько 1000 років тому. У своєму поширенні постільний клоп, як і більшість південних видів, не обмежується тільки містами.

Природне розширення ареалів також може бути причиною появи середземноморських видів. З деяких застереженнях тут «може бути наведений приклад з кільчастою горлицею. Спочатку область її поширення

обмежувалася передньою Азією і областями на схід від неї. До ХХ ст. цей вид зустрічався в Європі тільки місцями на Балканському півострові. З 1930 р спостерігається розширення його ареалу, який в 1932 р захопив Угорщину, в 1936 р. – Чехословаччину, потім Австрію (1938), Німеччину (1943), Північну Італію (1944), Нідерланди (1947), Данію (1948) , Швецію (1949), Норвегію (1954) і Англію (1955). У процесі розселення важливу роль відігравали міста, які часто служили притулком великим популяціям. Цей вид вже в 1953 р. спостерігали в Галле. У 1950 р. кільчаста горлиця вперше стала гніздитися в Берліні, а в 1964 р. в Західному Берліні налічували щонайменше 1432 пар цих птахів. Найвища щільність заселення спостерігалася в районах, забудованих віллами з садами і в зоні житлових кварталів з рідкісними деревами вздовж вулиць (до 7 гніздових ділянок на 10 га). У великих зелених масивах та залишках лісу, а також в районах міста, цей вид майже не зустрічається. У Карл-Маркс-Штадт перші гнізда були виявлені в 1947 р, а в 1968 р. тут гніздилися вже 680 пар. Тут вони також концентрувалися в певних частинах забудованої міської території, звідки йшло подальше заселення міських околиць. Повідомлялося про різке збільшення чисельності кільчастої горлиці на кладовищі в Галле, де цей вид став вперше гніздитися, мабуть, в 1957 р.

14.4. Епілітні види

Епілітна скельна поверхня серед гір зазвичай не межує безпосередньо з містами. Однак вертикальні стіни будинків з їх щілинами і потенційними притулками, наявністю їжі, накопиченим теплом та іншими особливостями мікроклімату нагадують скелі. Чим простіше стіна за структурою, тим більш обмежені можливості її заселення. Іноді популяції різних видів тут навіть набагато більші, ніж в початкових місцях їх проживання. Висока чисельність видів пояснюється, можливо, триваючим століттями зростанням міста, що забезпечує безперервне розширення

придатного для життя простору при малій кількості конкурентів і хижаків.

Сапсан часто в'є гнізда на прямовисних скелях і на річкових обривах. Цей вид гніздиться і в великих містах (на висотних будівлях, вежах), де його основною їжею служать здичавілі домашні голуби. Відсутність сапсана в Берліні після другої світової війни пояснюють руйнуванням багатьох високих будинків і нечисленністю голубів.

Високі будівлі підходять для гніздування звичайного боривітра, який вважається принаймні частково мешканцем скель. Встановлено, що ділянки гніздування і полювання цього виду можуть відстояти один від одного на 2-3 км. Боривітер, що гніздиться в Лейпцигу, харчувався пташенятами шпаків, горобцями, дрібними ссавцями і жуками.

Зустрічаються головним чином в містах дуже численні колонії голубів. Вони ведуть свій початок від сизого голуба і за забарвленням часто більш-менш схожі зі своєї предковою формою. У природі сизий голуб гніздиться майже виключно в щілинах і поглибленнях скель, а також на крутих морських берегах. Будівлі є, очевидно, оптимальним для нього місцем гніздування, оскільки повністю відповідають успадкованій поведінці. Сизі голуби надають перевагу високій будівлі типу церков і веж, а також руїни, житлові будинки і опори мостів. Для спорудження гнізд особливо часто використовуються східна і південна сторони. У багатьох містах існують чітко окреслені місця скупчення голубів (для дикої форми також типово гніздування колоніями). Сьогодні голуби мешкають, мабуть, у всіх великих містах Європи та Азії, деякі з яких давно славляться високою чисельністю цих птахів, наприклад Венеція і Лондон. У Гамбурзі мешкає 150 000-200 000 їх особин. «Завоювання» деяких міст голубами відбулося тільки в останні десятиліття; так у Гамбурзі їх чисельність збільшилася з 1959 р. в 10 разів. Початком заселення здичавілими домашніми голубами Карл-Маркс-Штадт вважається 1965 р.; в 1968 р. в центрі міста і в зоні житлових кварталів їх гніздилось вже 120 пар.

Сприяло цьому насамперед наявність корму.

Сипуху також вважають споконвічно мешканцем скель, розколини яких вона використовує для побудови гнізд. Будівлі, насамперед вежі церков і руїни, – переважні місця її гніздування в містах і в селах; для цього підходять насамперед ніші в кам'яних стінах, горища, дзвіниці та голубники. Гнізда цього виду іноді зустрічаються і в парках. У Мекленбурзі в 1968/69 р. відзначено 144 гнізда, з яких 60 розташовувалися зовні і всередині церков. У містах основну їжу сипухи складають дрібні гризуни, а також кажани і горобці. У вежі ратуші в Ієні виявлені залишки 128 тварин-жертв (114 дрібних ссавців і 14 птахів).

Чорний стриж – характерний птах майже всіх міст, що мешкає також у великих селах. Припускають, що зростання розповсюдженості цього виду в містах з часів середньовіччя обумовлено зміною забудови. Основну їжу чорного стрижа складають літаючі комахи (в першу чергу попелиці) і приблизно на 5% «павуки-аеронавти». Для вигодовування пташенят щодня знищуються до 40 000 жертв, що становить за масою приблизно 50 гр. Початкові місця гніздування чорного стрижа – скелі, хоча в Східній і Північній Європі він селиться і в дуплах дерев. Стіни веж, фабрик і високих старих житлових будівель надають йому схожі умови (отвори і тріщини під виступами дахів). Гнізда будуються, як правило, на висоті більше 12 м. Вирішальне значення має, ймовірно, необхідна вільна висота падіння; оптимальна відстань від землі до гнізда, мабуть, становить 10 м і більше (навіть чи нижче 3 м). Важливо також наявність вузьких горизонтальних щілин для зльоту птахів під скатом крівлі. Новобудови, як правило, незручні для гніздування. У старих районах з принаймні триповерховими будівлями 20 гніздових пар на 10 га. Для Галле цей показник становить 550-1800 пар. Чорний стриж селиться в місті переважно колоніями у 4-10 пар. Як показує кільцювання птахів, прихильність до місць гніздування зберігається десятиліттями. Примітні

одноразовий приліт і відліт птахів. Для Карл-Маркс-Штадта, наприклад, день прильоту припадає в середньому на 29 квітня. Відліт відбувається найчастіше в кінці липня – середині серпня.

Білобрюхий стриж гніздиться в природі на прямовисних скелях у високогір'ї, але зустрічається і в містах на високих будівлях.

Припускають, що сільська ластівка стала синантропом багато тисяч років тому, змінивши своє вихідне місцез перебування (вертикальні скелі та ін.) на будівлі. Сьогодні вона живе майже виключно в таких умовах, однак частіше в селах, ніж в містах. Сільська ластівка характерна для передмість, а всередині міста вона гніздиться здебільшого ізольовано, ймовірно, через віддаленість від водойм. Ці гнізда часто розміщуються біля місць утримання тварин, наприклад в зоопарках, ветеринарних лікарень, стаєнь. Сільські ластівки зустрічаються навіть у промислових будинках. Вимоги їх до типу споруд високі і в містах задовольняються рідко. Після періоду гніздування птахи часто зграями залітають у місто, ловлять на вулицях і в парках комах і гриються на дахах. У більшості міст їх чисельність падає, ймовірно, у зв'язку зі скороченням поголів'я худоби. У Галле відзначено 600-2000 пар, а в Берліні 250-500.

Міська ластівка в природних умовах гніздиться на скелях; в якості вторинних місць гніздування вона використовує певні структури будинків. У деяких містах спостерігалось вибухоподібне збільшення її чисельності. Улюбленими місцями для поселення служать райони новобудов.

Галки в природі також гніздяться в щілинах скель і дуплах дерев. У містах вони заселяють отвори у високих будівлях, руїнах, кам'яних стінах тощо. У Карл-Маркс-Штадті 80% гнізд перебували на високих будівлях промислових підприємствах, церквах і житлових будинках (неоштукатурені фронтони, отвори пічних труб). Велика кількість галок прилітає в міста взимку разом з граками. Частка галок в таких зграях становить близько 10-15%. У Галле зимує щорічно близько 3000 їх особин.

У порожнечах і щілинах скель, а також на кам'яних осипах в горах гніздиться горихвістка-чорнушка. Така екологія стала хорошою передумовою для заселення міських кам'яних будівель. Вона гніздиться майже виключно на будинках (в отворах стін), за межами міської забудови виявлено тільки кілька гнізд (виключно в селах).

Крім названих птахів, можна навести кілька прикладів епілітних видів міста з інших груп тварин. Кам'яна куниця, мабуть, мешкає в природі серед скель. Зараз вона живе в основному поблизу або всередині населених пунктів, аж до центру великих міст, де її особливо часто зустрічають на горищах. Іноді до них приурочені основні місця її концентрації в урбанізованій місцевості.

У Берліні на території в 209 га виявлені сліди 30 особин. Основні місця полювання кам'яної куниці – парки, кладовища, садові ділянки, занедбані сільські будівлі, дорожні будови та складські приміщення. Головна їжа в місті - голуби, пацюки та миші.

Летюча миша (двоколірний кажан) – споконвічний мешканець скель. У Європі вид мешкає переважно (на півночі – майже виключно) в містах і полює над дахами їхніх центрів. Нинішнє широке розповсюдження цього прибульця з гір Південно-Західної Азії – результат подібності кліматичних умов (насамперед, континентальних) його природному середовищу існування в міських центрах, де, можливо, є й інші сприятливі для нього фактори. У Відні двоколірний кажан відзначається головним чином на горищах.

Косарик *Leiodunum limbatum* широко поширений в альпійській зоні Швейцарії, Австрії, ФРН та Італії, а за її межами часто виявляється в містах, зокрема в Гері, Галле, Берліні та Еберсвальде. Присутність цього адвентивного виду на будівлях і всередині них, на кам'яних стінах тощо, ймовірно, пояснюється його приуроченістю в природі до скельного біотопу. Аналогічна ситуація зі сінокосцем (*Opilio canestrinii*) також родом

з Альп (і Апеннінського півострова), який виявлений у багатьох місцях Німеччини іноді разом із сінокосцем (*Phalangium opilio*) в першу чергу на стінах будівель та кам'яних огорожах, а також на деревах в парку.

Зовнішні стіни будинків - місця посадки і відпочинку багатьох видів комах, насамперед двокрилих, які є ідеальним джерелом живлення для деяких павуків, які мешкали спочатку на скелях, наприклад, для петрофіла *Salticus scenicus*. Цей вид зустрічається іноді у величезних кількостях, використовуючи також накопичене стінами тепло. Тут мешкає *Sitticus rubescens* (теж скельний мисливець) та інші павуки-скакуни (*Salticidae*).

Деякі епілітні червононогі адаптовані для життя на кам'яних стінах часто зустрічаються на руїнах фортець, а також у містах. Як приклад можна назвати *Clausilia bidentata*, *C. dubia*, *Valea perversa* та інші види роду *Valea*, *Helicigona lapicida*.

14.5. Троглобіонти

Екологічні фактори підвалів, печер і деяких нор ссавців, безсумнівно, подібні, що відбивається і на складі їх фауни. Частина підвальних біотів виявлена в печерах інорах. Алохтонна органічна їжа в підвалах в більшості випадків значно різноманітніша і рясніша, ніж в печерах; до того ж часто є гриби. Якщо в печерах здебільшого переважають детритофаги, то в підвалах до них додається велика кількість хижих видів.

Різні павуки, що селяться в природних умовах в печерах (найчастіше біля входу в них), а також дрібних порожнинах, знаходять в сирих і прохолодних підвалах такі ж або схожі умови існування.

Прикладами можуть служити *Nesticus cellulanus*, *Meta menardi*, *M. meriana*, *Lepthyphantes nebulosus* і *L. leprosus*.

14.6. Домашні тварини

Кількість домашніх тварин, що містяться в містах, дуже велика і у багатьох місцях збільшується. Деякі з них (передусім собаки і кішки) стають тут істотним екологічним чинником. Домашні тварини створюють умови для існування великого числа паразитів, наприклад бліх (на собаках). Собачі екскременти, з одного боку, мають паразито-гігієнічне значення, а з іншої - є трофічним чинником (в середньому 500 г в день на особину). Численні здичавілі кішки виконують в тому або іншому ступені екологічну функцію хижаків. Хвилясті папуги, що вилетіли з будинків, склали 9% здобичі сокола *Falco subbuteo* в Берліні. Кількість кішок, як правило, до центру міста зменшується, а собак збільшується в 1979 р. у східному Берліні налічувалося близько 40 000 собак і 60000 кішок. У ФРН відмічені приблизно 3 млн. собак і 2,5 млн. кішок.

14.7. Заселення тваринами гемерохорних рослин

Для міської флори характерний високий відсоток гемерохорів. За часом проникнення в синантропні місця життя розрізняють археофіти (доісторичні і ранньоісторичні часи до середньовіччя) і неофіти (після 1500 р., т. е. відкриття Америки). Сюди ж відносять нові види, що постійно з'являються в містах, більшість з яких не може прижитися надовго, їх називають адвентивними. Способи проникнення гемерохорів дуже різноманітні:

а) умисне завезення і розведення (здичавілі корисні і декоративні рослини, види з ботанічних садів та ін.).

б) неумисне занесення (польові і садові бур'яни, насіння трав, "супутники" інтродукованих дерев і кущів, партій шерсті, південних плодів, рослинний корм для птахів тощо).

Гемерохори з екологічного погляду можна підрозділити на:

а) види, що зберігаються і після припинення антропогенного впливу,

закріплюються в потенційно природній рослинності і конкурентоздатні у близьких до природи рослинних угрупованнях (агриофіти);

б) види, що займають стійке положення в нинішній реальній, але не в потенційно природній рослинності (епекофіти);

в) види, хоча і дикорослі, але не здатні тривалий час зберігатися без впливу людини (ефемерофіти);

г) види, що зустрічаються тільки в стані (культурні рослини), що розводиться.

Згідно з іншими системами, адвентивними називають будь-які заносні види, в цьому випадку останню групу називають ефемерофітами.

Багато хто з цих рослин взагалі не заселяється або заселяється тільки небагатьма місцевими комахами-поліфагами, так що високий відсоток гемерохоров веде до збіднення ентомофауни.

На прикладі осличника дворічного (*Oenothera biennis*) можна розглянути деякі особливості освоєння гемерохоров тваринами. Ряд ботаніків вважає, що усі середньоєвропейські види *Oenothera* завезені з Північної Америки або виникли в Центральній Європі в результаті апомиксиса. Ботаніки вважають, що автохтонами Центральної Європи принаймні є два види – *O. biennis* і *O. lachnanus*. Якщо завезені з Північної Америки комахи-фітофаги в Центральній Європі живуть на ослинику, то часткова європейська автохтонія цих рослин повинна поєднуватися заселенням не усіх їх видів або перевагою одних видів над іншим.

Якщо частина видів цього роду походить з Північної Америки, то на автохтонних видах Центральної Європи повинна була б зустрічатися головним чином середньоєвропейська ентомофауна, що більшою чи меншою мірою переходить на неофіти. Найчіткішою вказівкою на походження був би розвиток автохтонних монофагів тільки на автохтонних середньоєвропейських рослинах. Правда, олігофаги, що живляться зараз в Центральній Європі усіма видами цього роду, 500 років

тому могли мешкати тільки на споконвічно середньоевропейських таксонах. Якщо увесь рід походить з Північної Америки, європейські фітофаги повинні реагувати на нові рослини спробами використати нові екологічні ніші. Це вдалося б в першу чергу видам, що живуть на близькоспоріднених угруповань рослин, особливо на інших представниках родини знітів (*Ludwigia*, *Epilobium*, *Circaea*). В цьому випадку фітофаги, обмежені тільки ослинником, мали б бути відсутніми або мати північноамериканське походження.

Існує також інша думка:

а) виявлений єдиний північноамериканський вид попелиць *Aphis oenotherae*, олигофаг різних знітів;

б) все інші фітофаги, що мешкають на ослиннику, в Центральній Європі автохтони. Їх можна розділити на дві групи:

– олигофаги, основною їжею яких є види *Epilobium*, і рідше - *Circaea*, що більшою чи меншою мірою переходять на ослинник, наприклад метелики *Proserpinus proserpina*, *Mompha epilobiella*, жуки *Haltica oleracea* і *Adoxus obscurus*. Даних про монофагів, що обмежуються тільки видами ослинника, немає;

– поліфаги, які разом з іншими кормовими рослинами заселяють ослинник, наприклад різні клопи, метелики; *Eupithecia castigata* і *Coleophora troglodytella*, двокрилі *Phytomyza atricomis*, цикадка *Philaenus spumarius*, попелиця *Brachycaudus cardui*.

На підставі цих, напевно ще не повних, даних про фауну фітофагів можна зробити висновок, що ослинник дворічний – завезений вид. Неясність в питанні про походження видів цього роду, поза сумнівом, є особливий випадок; у інших прикладах, що наводяться нижче, походження кормових рослин сумнівів не викликає.

На 100 видах декоративних рослин було виявлено 166 видів комах - фітофагів; 37 місцевих на місцевих, 85 місцевих на місцевих і

інтродуцированих, 44 види – тільки на завезених. Число 166 відносно невелике, якщо згадати, що на кожен порівнянний автохтонний вид в Центральній Європі часто може доводитися 5-10 видів фітофагів. На деревах-неофітах в Англії виявлена дуже бідна ентомофауна (каштан – 5 видів; кінський каштан – 4; горіх – 3; робінія – 1), а на дубі і березі – більше 200 видів комах. Виявлено 42 види диких бджіл, що запилюють декоративні рослини, які по більшій часті ростуть або висаджуються в місті.

З деякими рослинами – гемерохорами були завезені тісно пов'язані з ними види комах, для інших комах-спеціалісти з'явилися пізніше; іноді їх вважали адвентивними видами. Разом з бузком звичайної зі Східного Середземномор'я в Центральну Європу проник метелик *Caloptilia syringella*, зараз широко поширена усюди в ФРН. У міських парках вона відмічена також на близькоспорідненому бузку бирючині звичайній, що поширився зі сходу і з Середземномор'я. Завезений, ймовірно, на транспорті довгоносик *Otiorhynchus smreczynskii* мешкає в Центральній Європі тільки в населених пунктах (парки, сади, узбіччя доріг) на бирючині (його кормова рослина), а також на бузку. Те ж саме відноситься до довгоносика *O. dieckmanni* і попелиці *Myzus lygustri*.

Листовійка *Olethreutes siderana* (Tortricidae) мешкає на інтродукованих з Північної Америки двох видах спіреї *Spinaea douglasii* і *S. salicifolia*. Вона була уперше відмічена в Голландії в 1975 р., а в 1980 р. зустрічалася там вже дуже часто. На різних видах спіреї живуть також попелиці *Acyrtosiphon ignotum* S.Xvanhouttei, *S.Xarguta*, *S. solicifolia*, *Aphis spiraeophaga* і *Brachycaudus spiraeas*, географічне походження яких неясне.

Ще в 1900 р. поширення середземноморського метелика *Phyllonorycter platani* обмежувалося Південною Європою і Малою Азією. У останні 50 років у нього спостерігалася все зростаюча тенденція до

розселення на північ. Очевидно, вид активно йшов за своєю кормовою рослиною чинарою (*Platanus orientalis*). Спочатку ці метелики, мабуть, заселили значну частину Франції і Голландії, а близько 1920 р., були помічені на південному заході Німеччини. Приблизно у 1950 р. зареєстровані їх великі скупчення в районі Боденського озера, біля Штутгарту і на рівнині верхнього Рейну. Нарешті, стали відомі знахідки з півдня Чехословаччини, в 1972 р.- в Польщі, в 1973 р. в Західному: Берліні і в 1975р. Гамбурзі. Останніми роками *Ph. platanii* виявлена в декількох містах Німеччини на платані гібридному (*Platanus hybrida*). Всюди чисельність цього виду відносно велика. Він спостерігався в Лейпцігу (1978), Галле (1980), Ашерслебені (1979), Магдебурзі (1980). У 1977 р. вид досяг Данії.

На айланті найвищому, неофітові з Китаю, може селитися айлантовий шовкопряд (*Philosamia cynthia*), вже відмічений в центрі Вени.

Разом зі своєю кормовою рослиною гребінником *Tamarix tetrandra* в Центральну Європу з Середземномор'я проникла (пасивно) цикада *Opsius stactogalus* (вона оселилася також на мірікарії *Muricaria germanica*) з тієї родини. Гребінник висаджують переважно в містах, рідше - в селах, де також знаходять занесену цю цикаду, ймовірно, з посівним матеріалом. Вид також виявлений в Дрездені, Лейпцігу, Галле (перше повідомлення – 15.08.1919), Стендале і Ростоке. Він завезений також в Північну Америку. Іноді з лікарською сировиною в Центральну Європу потрапляв жук-грибоїд *Berginus tamarisci* з Середземномор'я, що мешкає там серед інших рослин і на гребінниках.

Попелиці грають особливо велику роль при заселенні гемерохорів. У ФРГ виявлений 21 вид попелиць іноземного походження, що відмічаються в містах на гемерохорах і бур'янах. В деяких випадках дуже вірогідне їх завезення літаками, наприклад, для *Impatiens asiaticum* і *Uroleucon erigeronensis*.

15. СИНАНТРОПІЯ І УРБАНІЗАЦІЯ

Синантропія і урбанізація (останнє слово вживається тут тільки у своєму окремому значенні як екологічне поняття) – це біологічні феномени, викликані передусім виникненням міст і тісно пов'язаних з їх будівництвом і розвитком. З появою поселень знищуються природні біоценози і створюються нові з вільними і абсолютно своєрідними екологічними нішами, які освоюються тваринами різного походження (мешканцями скель, обривів, нір і печер, деревини, насіння і плодів, некрофагами, копрофагами і паразитами). Для деяких синантропних видів, наприклад *Sitophilus granarius*, існування природних популяцій взагалі невідомо. Ймовірно, синантропія виникла 6–10 тис. років назад, проте в окремих випадках вона може мати і древніше походження.

Часто розрізняють види, що «уникають» культурний ландшафт, «індиферентні» до нього і такі, що є його «супутниками». Гемерофобами називають види, які паралельно змінам антропогенного середовища відступають в менш порушені області, тобто витісняються туди. Найважливіші екологічні ніші, які зникають з урбанізованих областей, наступні:

- сирі або вологі ділянки (із застійним зволоженням);
- бідні поживними речовинами ґрунти і води;
- ділянки, де рослинність відсутня;
- деревина різної міри руйнування;
- скельні породи і продукти їх вивітрювання;
- улоговини, низини, схили та ін.

Гемеродіафорами називають види, чиє існування майже чи абсолютно не залежить від антропогенної зміни ландшафту. Гемерофіли віддають перевагу місцям життя, створеним людиною, використовуючи нові екологічні ніші (клімат, живлення, матеріали, просторову структуру).

З розвитком населених пунктів і подальшою зміною ландшафту з'явилися гемерофіли. Серед видів, що осіли в зоні поселень, були потенційні синантропи. З видів, що використовують інші антропогенні змінені ландшафти, виникли агробіоценози. Відмінність гемерофілів від синантропов полягає в тому, що для перших характерна тільки екологічна, але не біоценотична залежність від людини. Звичайне поняття гемерофілії вживається у вузькому сенсі, оскільки інакше майже усі види, що мешкають в Середній Європі, повинні були б вважатися гемерофілами.

Синантропію визначають по-різному. Як правило, використовують вирішальний критерій приналежність того або іншого виду до антропоценозу, вважаючи антропоценоз системою взаємозв'язків між людиною, домашніми і синантропними тваринами. Обмеження цього поняття "Спільним життям неодомашнених тварин з людиною" неточне. Для характеристики синантропії істотні дві критерії:

- спонтанна присутність організмів в поселеннях людини без або проти його волі;
- тісне співіснування з людиною або залежність від його діяльності.

«Спонтанність» можна вважати реалізацією екологічної ніші. Термін «синантропія» повинен означати зв'язок з людиною не лише через просторову структуру поселень, але і через безпосередньо залежних від нього домашніх тварин.

Розрізняють наступні форми синантропії:

а) облігатна (евсинантропія): вид зустрічається як мінімум в одній з кліматичних зон тільки в антропогенних умовах, а в межі – тільки в зоні поселень людини;

б) факультативна (гемісинантропія, олігосинантропія): вигляд мають в зоні поселень людини оптимальні умови існування, проте утворюють популяції і зовні антропоценозів, з яких можлива імміграція в

природні біотопи;

в) безперервна (перманентна): життєвий цикл виду повністю протікає в антропоценозах;

г) тимчасова (ксенантропія): види знаходяться в антропоценозах тільки в певний час (наприклад, в період зимівлі) або за певних умов, не утворюючи самовідновні популяції;

д) часткова: вид належить до антропоценозу на певній стадії своєї життєдіяльності (можливо, лише частина доби), а в решту часу входить в інші біоценози. Як приклад, можна привести міську ластівку, що гніздиться на будинках, але що знаходить (принаймні частина популяції) додаткову екологічну нішу за містом. Часткову синантропію легко сплутати з тимчасовою, проте слід врахувати, що популяції частково синантропних видів належать до антропоценозу.

На прикладі рівноногих розрізняють наступні поняття:

- синантропофіли – заносні види, що зустрічаються переважно у будівлях і їх найближчому оточенні;
- синантропобионти – заносні види, що зустрічаються виключно в теплицях і усередині будівель.

Для характеристики синантропії використовують різноманітні індекси. Індекс синантропізації (W_s) означає частку синантропних видів в таксоценозі. Якщо розуміти під «незалежністю від поселень людини» рівну частку розглянутого виду у всіх трьох місцепроживаннях, цей індекс приймає значення + 16,7.

По мірі наближення до кордонів ареалу паралельно збільшення суворості абіотичних факторів часто спостерігається зростання синантропії, що характерно насамперед для видів південного походження. З факультативної синантропія стає облігатною, з тимчасової – постійною. Особливо помітно її збільшення на північ. Прикладом може служити муха *Lucilia seicata*, у якій індекс синантропії досягає в Угорщині 33, у

Чехословаччині 89, у Фінляндії 98. Зростання до синантропії за напрямом на північ забезпечує існування видів у тих областях, де інакше вони взагалі не могли б жити, тому багато синантропні види - космополіти. Вирішальним фактором у цьому разі вважають більш високу температуру. Показано також (особливо при вивченні сміттєвих звалищ), що підвищення поживності корму частково компенсує негативний вплив інших факторів.

Явище, принципово схоже із зростанням синантропії на північ, спостерігається і в горах зі збільшенням висоти. Відомі також випадки зростання синантропії як на північ, так і на південь, наприклад, для мух *Lucilia caesar* і *Calliphora vicina*. Деяким павукам, поширеним на півдні, властиво зростання синантропії на північній межі їх ареалу. Іноді синантропні види тварин, насамперед комах, підрозділяють на синантропів житлових приміщень і синантропів населених пунктів. Можна провести і більш детальну класифікацію, яка відображає структуру заселеного антропоценозом простору. Зростаючий зв'язок з людиною формалізується такими термінами, як синантропи населених пунктів – синантропи житлових приміщень – паразити. Вирішальним є використання видом міської екологічної ніші.

Місто служить (або стає) оптимальним біотопом для даного виду, тому він зустрічається в ньому або виключно, або з високою частотою. Неоднорідність міських біотопів визначає основні зони заселення. Деякі типово міські структурні елементи служать місцями харчування або розмноження. Домінують види, які гніздяться в закритому просторі (насамперед використовують пустоти будівель) (75%), а чагарникові і деревні види, які гніздяться відкрито становлять лише 24%. Відбувається розширення екологічної амплітуди, наприклад, збільшення екологічної пластичності в нових субоптимальних біотопах. Міські популяції відносно стабільні. Вони самовідтворюються і лише в слабкому ступені

обмінюються особинами з біотою, що мешкає за містом. Для існування популяції регулярна імміграція не обов'язкова.

Розвиток гонад і дозрівання гамет починається раніше, за рахунок чого подовжується репродуктивний період; тривалість життя окремих особин також збільшується. З іншого боку, існують протилежні дані, наприклад, спостерігалися скорочення числа яйцеклітин, підвищену загибель батьків і потомства, порушення співвідношення статей (переважання самців).

Відбувається зміна поведінки; прикладом може служити зимовий спів чорного дрозда, потенційно здатного до зимового гніздування. У кільчастій горлиці спостерігалось до 2% зимових гніздувань. Відзначалися зміни в біології розмноження видів, які гніздяться у закритому проторі.

В межах міста відбувається формування нових угруповань птахів (орнітоценозов), які не зустрічаються поза містом. До синантропізації і, відповідно, до урбанізації (використання міських екологічних ніш) привели п'ять принципово рівнозначних комплексів причин. За виникненням міських екологічних ніш відбувається їх заповнення, включно або поперемінно з природними нішами (урбанізація), іноді це веде до виключно міського існування видів (евсіантропія). Важливим моментом могло б стати відсутнє зараз поняття синантропа містами. На прикладі деяких видів птахів в даний час простежуються процеси, що тривали у більшості синантропізованих і урбанізованих видів сотні й тисячі років. Урбанізація почалась у різних видів в різні епохи, однак в останні десятиріччя, прискорилась, що обумовлено наступними чинниками:

а) харчування. У місті безліч специфічних кормових ніш (насамперед взимку), наприклад харчові залишки, гемерохорні рослини, побутові відходи, гній, людина і його домашні тварини як господарі паразитів, синантропні види як основа харчових ланцюгів, гнізда тварин.

б) життєвий і гніздовий простір. Є великий вибір придатних для цього місць, наприклад, для перетинчастокрилих рукокрилих і птахів. Найбільш швидко поширюються в місті ті види птахів, у яких «гніздові місця» визначаються лише невеликим набором відмінних ознак. Це ж справедливо і для певних перетинчастокрилих.

в) клімат. Підвищення середньої температури в місті можна вважати головною причиною синантропізації і урбанізації (присутність високої частки середземноморських видів). Показана кореляція між геліофілією і синантропією у двокрилих. Середовище міста відповідає тепловим вимогам для птахів, які прилітають взимку.

г) поведінка. Хоча принципово нових типів поведінки не спостерігається, вона більш-менш сильно модифікується, наприклад, вибір нетипових місць гніздування, навчання веде, до використання нових кормових ресурсів (відкривання кришок молочних пляшок) і певних кормових просторів, звикання до людини і його техніці, до зменшення дистанції уникнення. Безперервне світло неонових ламп впливає на біоритми, зокрема, у ластівок. Так, встановлено підвищення порога освітленості, необхідного для пробудження. Мабуть, стають можливими явища, подібні акселерації, що пояснюють найкращим живленням, подовженням дії світла, зміною клімату і порушенням біоритмів. Зміни в поведінці відзначаються не тільки у птахів, але типові й для перетинчастокрилих (спостерігалися у 11 видів), де вони, можливо, призводять до відбору;

д) зміни вихідних біотопів. В оптимальних заміських місцепроживання внаслідок посиленого розмноження може виникнути популяційний прес, який веде до провідний до заселення субоптимальних міських біотопів. Причиною останнього буває також просторове скорочення природних середовищ існування.

Крім того, в місті менше вплив хижаків і відносно слабка

конкуренція. Деякі види користуються додатковим захистом людини.

Преадаптовані до урбанізації насамперед єврюйкні види з високою плодючістю, хорошими можливостями до розселення і широкою етологічною пластичністю. Синантропні види відомі майже в усіх групах тварин, проте різні групи досліджені в цьому відношенні дуже неоднаково. Разом з тим слід зазначити, що для ряду таксонів синантропізація особливо характерна.

До синантропних відносяться представники 15 (45,5%) з 33 родин павуків ФРГ (*Amaurobiidae*, *Dictynidae*, *Sicariidae*, *Oonopidae*, *Pholcidae*, *Dysderidae*, *Agelenidae*, *Araneidae*, *Linyphiidae*, *Theridiidae*, *Nesticidae*, *Gnaphosidae*, *Liocranidae*, *Heteropodidae*, *Salticidae*). Серед приблизно 800 видів павуків ФРГ 44 є єв- і гемісинантропами (5,5%). На відміну від інших груп тварин, причини поселення їх в будівлях навряд чи пов'язані з харчовими потребами. Синантропними стають насамперед південні види, мешканці печер, тріщин скель, поверхні скель і деревних стовбурів (види-мисливці). У всіх мешканців будинків розтягнутий період статевої активності, причому у деяких обидві статі здатні розмножуватися протягом усього року неясно чи повністю зникає періодичність розмноження,; можливо, залишається переважний період копуляції). До останніх відносяться, наприклад, *Nesticus cellulanus*, *Achaearanea tepidariorum*, *Lepthyphantes leprosus*, *Meta menardi*. Для *Meta meriana* і *Steatoda bipunctata* показані відмінності в фенології розмноження між міською та природною популяціями. Із 25 синантропних видів равноногих Польщі 13 – космополіти, 6 – європейські, 3 – середньоєвропейські, 1 – палеарктичний, 1 – атлантичний і 1 – неотропічний (заносний вид *Trichorhina tomentosa*). Серед них багато мешканців теплиць (18 видів).

15.1. Наслідки ізоляції міських острівних місцеперебування

Міські острівні ділянки виникають у зв'язку з ізолюючим ефектом

вулиць і споруд, які визначають межі, розміри і форму ареалів. Прикладами можуть служити ізольовані парки, кладовища, невеликі сади, пустирі і водойми. Ступінь ізоляції визначається насамперед віддаленістю від схожого біотопу великої площі і співвідношенням площ «островів» і «материка», з якого відбувається заселення. Багато авторів вважають, що екосистеми міських островних місцепроживань в принципі порівнянні з екосистемами цих островів. Від останніх вони відрізняються значно меншим ступенем ізоляції, менш вираженими границями і, в більшості випадків, меншим розміром. Як буде показано нижче, в обох випадках спостерігаються подібні, іноді ще недостатньо вивчені закономірності.

15.2. Урбаністичні градієнти

Головна причина існування урбаністичних (міських) градієнтів – зональність, обумовлена міською забудовою й характером використання простору. Звичайно виділяють наступні зони (від околиць із сільсько- і лісогосподарським землекористуванням до центру міста):

- окраїна (смітника, зона відпочинку з парками, садовими ділянками, спортивними майданчиками);
- вільна забудова: одно-двохсімейні котеджі з невеликими садами;
 - суцільна забудова кварталів з парками, скверами, алеями між ними й садами у дворах;
 - суцільна забудова кварталів з озелененими внутрішніми дворами;
 - суцільна забудова (квартали із брукованими або бетонованими дворами, максимум – з окремими деревами й рудеральними ділянками).

Використовують також трохи інший поділ на зони:

- а) перевага відкритих зелених площ (газони й пустирі, невеликі гаї й групи дерев);
- б) перевага залісених зелених площ (щільні – розріджені зарості

дерев і чагарників);

в) асфальтовані, бетоновані, бруковані простори серед зелених площ (широкі вулиці);

г) вільна забудова з високою часткою зелених площ (рівні площі зелені й забудови, трьох-чотириповерхові будинки);

д) перевага площ зі штучним покриттям і ущільненим ґрунтом і окремих будівель (товарні станції, території портів, заводські й фабричні райони);

е) щільна внутрішньоміська забудова з обмеженим озелененням (площа 1-5 га з окремими групами дерев і чагарників);

ж) щільна внутрішньоміська забудова (чотирьох-шестиповерхові квартали середини ХІХ в.).

Пануючі в пригородах поля в напрямку до центру міста поступово заміщуються невеликими садовими ділянками й палісадниками (аж до ящиків і горщиків із квітами) і клумбами різних типів (аж до рослинності в бетонних вазонах). Відбувається зміна рільництва садівництвом. З певними застереженнями можна говорити про R-H-градієнт (від латинських слів *rusticus* – сільський і *hortus* – сад). Всі пов'язані сюди місцеперебування мають різні, але екологічно загалом однопланові характеристики. До них належать, наприклад, регулярна обробка і переміщення ґрунту, повна, зазвичай щорічна ротація, використання посадкового матеріалу, часто – закладка монокультур, досить рясне добриво, використання пестицидів і поливу.

Мабуть, існує також і R-M-градієнт (від латинських слів *rupes* – скеля і *murus* – стіна), що відображає збільшення «кам'янистості» ландшафту і реакцію на це фауни. Для зонування можуть бути використані угруповання птахів. На будівлях невеликої висоти гніздяться біла плиска, горихвостка-чорнушка, сільська ластівка. Споруди середньої висоти (три-чотириповерхові житлові будинки) заселяють переважно чорні стрижі, а

найвищі будівлі (башти, церкви, промислові підприємства) – галки і пустельги. Можливо, існує також і С-С-градієнт (від caverna – печера, і cella – камера), що описує перехід від життя в печерах до заселення підвалів.

А-Е-градієнт (arbor – дерево, eremus – пустеля) характеризує перехід від лісу через багаторічні лукові фітоценози до кам'янистого ландшафту. Відповідно відбувається збільшення континентальності навколишнього середовища. У містах, що перебувають в лісистих районах, цей градієнт існує майже завжди. Міста пустельної зони часто мають у центрі найбільш великі деревні насадження, тому в них простежується зворотний Е-А-градієнт.

Крім того, не позбавлена сенсу оцінка однорідності окремих площ в часі відносної постійності різноманітності їх біоти протягом річного циклу. У випадку непорушених (близьких до природних) ділянок з відносно стійкими кліматичними параметрами (ліс) слід очікувати високого видового різноманіття, слабо мінливого протягом усього року (або доступного спостереженню періоду активності). У порушеною системі з більш сильними кліматичними коливаннями (наприклад, центр міста) повинна спостерігатися більш виражена мінливість складу таксоценозів.

15.3. Число видів

Для багатьох груп тварин показано зменшення числа видів від околиць до центру міста. Причинами можна вважати насамперед звуження спектра кормових рослин, зниження різноманітності місць існування, а у деяких груп – підвищену смертність під впливом антропогенних і структурних факторів.

Було показано, що число видів багатьох груп членистоногих по околицях міста значно вище, ніж в його центрі. Можливо, цей крайовий

ефект дозволяє говорити про екологічні кордоні міста. Аналогічне явище спостерігається у випадку квіткових рослин і птахів.

У Лейпцигу виявлено 175 видів турунів, з них 94 – у зоні суцільної забудови і 168 – на околиці.

В цілому в міру зменшення частки природних структур скорочується і кількість супроводжуючих їх видів птахів і відповідно загальна кількість видів птахів у міських спільнотах. Це пов'язано з потребою птахів в індивідуальній ділянці певного розміру, недоліком місць гніздування і браком їжі, а також зі зростанням фактора занепокоєння, що грає особливо негативну роль в період насиджування кладок.

Умови для гніздування більш сприятливі на багатих рослинністю околицях міста, ніж в його центрі, де деякі види існувати взагалі не можуть.

Виділяють такі типи міських середовищ існування:

а) новобудови – найменші загальна чисельність і число видів (мало рослинності);

б) невеликі парки – максимальна кількість особин (великий вибір їжі);

в) місцеперебування з добре структурованою рослинністю (зелене місто, великі парки, передмістя, кладовища) – найбільше число видів. Було встановлено ряд закономірностей, що стосуються видового багатства угруповань птахів:

- зростання щільності заселення і числа видів зі збільшенням віку забудови;
- чим більше вік рослинності і чим сильніше виражена її ярусність в слабо забудованих зонах, тим вище щільність заселення і число видів;
- збільшення числа видів при зростанні площі «однорідного» біотопу або частки площі під рослинністю.

15.4. Чисельність

Для багатьох видів птахів досить точно відбувається розподіл щільності популяції уздовж А-Е-градієнту. При порівнянні в Лейпцигу чотирьох пробних майданчиків вздовж трансект спостерігали тенденцію до зниження чисельності турунів до центру міста.

15.5. Біомаса

Біооб'єм жужелиць, виміряний вздовж трансекти в Лейпцигу, сильно знижується до центру міста. В середині міських районів явно домінують «дрібні» види, які, ймовірно, краще витримують господарську діяльність і догляд за зеленими насадженнями, а також вплив високої чисельності птахів. Дослідження інших груп жуків, павуків, мокриць і багатоніжок дали подібні результати, що свідчить про підвищену здатність дрібних видів до переселення.

15.6. Екологічні групи і географічне розходження

Паралельно зміні абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища від окраїн і до центру міста змінюється співвідношення окремих екологічних груп багатьох таксонів тварин. Наприклад, серед домінуючих жужелиць. Лейпцигу спостерігається збільшення частки лісових видів в напрямку до окраїн, перш за все за рахунок зменшення частки мезофільних видів, яких в центрі більше, ніж на периферії міста.

Частина синантропів серед різних груп тварин до центру міста збільшується.

Оліготопні та етенотопні види зустрічаються чим ближче до центру міста, тим рідше. Це, наприклад, чітко продемонстровано для павуків. За нестачою вологи у біотопі такої тенденції у павуків не спостерігається, але іноді відмічається збільшення в центрі частки евригіробіонтів. Частка

мешканців поверхні землі до центру міста збільшується, а види кущового ярусу зменшуються, частина гігрофілів серед сінокосів зменшується, ксерофілів – збільшується.

Частка видів з широким географічним поширенням в середині міських місцепроживань в цілому зростає, а види з більш вузькими ареалами стають рідшими.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. *Що таке синантропні види?*
2. *Які форми синантропії розрізняють у містах?*
3. *Назвіть найважливіші екологічні ніші, які зникають в процесі урбанізації.*
4. *Що таке види «гемерофіли» та види «гемедіафори»?*
5. *Якими чинниками обумовлено прискорення процесів синантропізації в останні десятиріччя?*
6. *Назвіть основні урбаністичні градієнти?*
7. *Охарактеризуйте градієнт чисельності видів в місті.*
8. *Назвіть приклади систематики зон міста.*
9. *Які за розміром види домінують в містах?*
10. *Які основні типи міських середовищ існування біоти виділяють у містах?*

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. **Айрапетян Т.С.** Конспект лекцій з дисципліни «Міські інженерні мережі». – Харків –ХНАМГ, 2008. – 54с.
2. **Ваганов І. І.** Інженерна геологія та охорона навколишнього середовища [Текст]: навч. посіб. / І.І.Ваганов, І.В.Маєвська, М.М.Попович; Вінниц. нац. техн. ун-т – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 266 с.
3. **Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И.** Экология почв: Учебное по-собие для студентов вузов. Часть 2. Разрушение почв. Дегумификация. Нарушение водного и химического режима почв. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.
4. **Вершинин В. Л.** «Биота урбанизированных территорий». Екатеринбург, 2007. – 85 с.
5. **Гостєв В. Ф., Юскевич М. М.** Проектування садів і парків. Навчальне видання. Москва, Стройиздат. – 1991. – 340с.
6. **Игнатова А. Ю.** Мониторинг и охрана городской среды: учеб. пособие [Электронный ресурс]: А. Ю. Игнатова. – Кемерово: ГУ КузГТУ, 2010. – 284с.
7. **Кучерявий В. П.** **Урбоекологія** Підручник. – Львів: Світ, 2001. – 440 с.
8. **Левон Ф. М.** Біолого-екологічні основи створення зелених насаджень в умовах урбогенного і техногенного середовища : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня ... доктора с-г. наук : спец. 06.03.01 „Лісові культури та фітомеліорація” / Ф. М. Левон — Львів, 2004. — 30 с.
9. **Орлов В.О., Шадура В.О., Филипчук В.Л.** Міські інженерні мережі та споруди . Навчальний посібник. – Рівне 2011. – 206 с.
10. **Тетиор А.Н.** Городская экология. Издательский центр "Академия», 2007. – 331 с
11. **Хомич В.А.** Экология городской среды: Учеб. пособие для

вузов. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. – 267 с.

12. **Экология города: Учебник.** – К.: Либра, 2000. – 464 с.

13. **Клауснитцер Б.** Экология городской фауны: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990.– 246 с.

14. **Gribbin, John.** Science. A History (1543-2001). – L.: Penguin Books, 2003. – 648 p.

15. **Niemelä J., Breuste J. H.** Urban Ecology. Patterns, Processes, and Applications. – Chippenham: Oxford University Press, 2011. — 392 p.

16. **Richard T. Forman** Urban Ecology. – Cambridge University Press, 2014. – 464 p.



ЧАЙКА ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ – ДОКТОР СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ НАУК, ПРОФЕСОР, ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ ЕКОЛОГІЇ АГРОСФЕРИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ НУБІП УКРАЇНИ



РУБЕЖНЯК ІРИНА ГРИГОРІВНА – КАНДИДАТ БІОЛОГІЧНИХ НАУК, ДОЦЕНТ КАФЕДРИ ЕКОЛОГІЇ АГРОСФЕРИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ НУБІП УКРАЇНИ



МІНЯЙЛО АНАТОЛІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ - КАНДИДАТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ НАУК, ДОЦЕНТ КАФЕДРИ ЕКОЛОГІЇ АГРОСФЕРИ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ НУБІП УКРАЇНИ

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК