

О. М. КЛИМЧИК, А. П. БАГМЕТ,  
Є. М. ДАНКЕВИЧ, С. І. МАТКОВСЬКА

# ЕКОЛОГІЯ МІСЬКИХ СИСТЕМ

Частина 1

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННІ КОМПЛЕКСИ



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЖИТОМИРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**О. М. Климчик, А. П. Багмет,  
Є. М. Данкевич, С. І. Матковська**

**ЕКОЛОГІЯ МІСЬКИХ СИСТЕМ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

**Частина 1**

**Природно-техногенні комплекси**

Житомир  
2016

УДК 504  
ББК 28.081  
Е-45

**Рецензенти:**

- Ходаківський Є. І.** – доктор економічних наук, професор кафедри економічної теорії та інтелектуальної власності ЖНАЕУ, академік АЕНУ
- Янович Л. М.** – доктор біологічних наук, проректор з навчальної роботи Житомирського державного університету ім. І. Франка
- Щербатюк А. Ф.** – кандидат технічних наук, завідувач сектору головного управління Держсанепідслужби у Житомирській області
- Іванюк І. В.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісовідновлення та лісорозведення Навчально-наукового інституту лісового і садово-паркового господарства НУБіП

**ISBN 978-617-7483-05-1**

Екологія міських систем : навч. посіб. Частина 1. / О. М. Климчик, А. П. Багмет, Є. М. Данкевич, С. І. Матковська, за ред. О. М. Климчик. – Житомир : Видавець О.О. Євенок, 2016. – 460 с.

Місто розглядається як специфічна природно-техногенна система, складові якої – урбоекосистема, техносфера і соціосфера знаходяться в тісному взаємозв'язку.

Навчальний посібник підготовлений у відповідності до типової програми дисципліни «Екологія міських систем». Рекомендований для студентів вищих навчальних закладів, що навчаються за спеціальністю 101 «Екологія».

*Навчальний посібник рекомендовано до друку Вченою радою Житомирського національного агроекологічного університету, протокол № 11 від 29 червня 2016 р.*

**ISBN 978-617-7483-05-1**

УДК 504  
ББК 28.081

© Климчик О. М., Багмет А. П., 2016  
© Данкевич Є. М., Матковська С. І., 2016  
© Євенок О.О., 2016

## ЗМІСТ

	Стор.
Передмова .....	7
Вступ .....	9
<b>ГЛАВА І. ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННІ КОМПОНЕНТИ СЕРЕДОВИЩА МІСТА</b>	12
<b>РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ МІСЬКИХ СИСТЕМ</b>	12
1.1. Територіально-планувальні основи .....	12
1.2. Географічні основи .....	15
1.3. Біологічні основи .....	17
1.4. Гігієнічні основи .....	20
1.5. Естетичні основи .....	23
1.6. Інженерно-геологічні основи .....	27
1.7. Інженерно-технологічні основи .....	31
<i>Контрольні питання</i> .....	33
<i>Література</i> .....	34
<b>РОЗДІЛ 2. МІСТО І МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ</b>	35
2.1. Урбанізація. Історія і перспективи .....	35
2.2. Переваги міського життя .....	43
2.3. Місто, його ознаки .....	45
2.4. Міське середовище .....	58
2.5. Місто як комплексна екосистема .....	61
2.6. Ресурсоспоживання міст .....	66
<i>Контрольні питання</i> .....	68
<i>Література</i> .....	69
<b>РОЗДІЛ 3. ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МІСТА</b>	70
3.1. Форми організації міського простору .....	71
3.2. Селітебна зона .....	76
3.3. Промислова зона .....	87
3.4. Санітарно-захисна зона .....	95
3.5. Комунально-складська зона .....	100
3.6. Зона зовнішнього транспорту .....	101
3.7. Ландшафтно-рекреаційна зона .....	105
3.8. Приміська зона .....	110

3.9.	Оптимальне функціональне зонування . . . .	113
	<i>Контрольні питання</i> . . . . .	115
	<i>Література</i> . . . . .	116
<b>РОЗДІЛ 4.</b>	<b>ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА</b>	117
4.1.	Літогенна основа міських територій . . . . .	117
4.2.	Антропогенні зміни рельєфу . . . . .	122
4.3.	Ґрунти міських територій . . . . .	129
4.4.	Забруднення геологічного середовища міста . . . . .	133
4.5.	Порушені землі міста . . . . .	138
4.6.	Небезпечні геологічні процеси на міських територіях . . . . .	141
4.7.	Інженерний благоустрій міських територій	160
4.8.	Захист міських територій від небезпечних геологічних процесів . . . . .	165
4.9.	Підземний простір міста . . . . .	173
	<i>Контрольні питання</i> . . . . .	192
	<i>Література</i> . . . . .	192
<b>РОЗДІЛ 5.</b>	<b>ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА</b>	194
5.1.	Водні об'єкти міста . . . . .	195
5.2.	Головні водокористувачі в місті . . . . .	199
5.3.	Якість води . . . . .	206
5.4.	Чинники якості та екологічного стану водних об'єктів . . . . .	223
5.5.	Захист і відновлення поверхневих водних об'єктів . . . . .	233
5.6.	Підземні води на урбанізованих територіях	235
5.7.	Охорона підземних вод від виснаження і забруднення . . . . .	238
5.8.	Системи водопостачання . . . . .	241
5.9.	Підготовка води . . . . .	247
5.10.	Зони санітарної охорони джерел водопо- стачання . . . . .	250
5.11.	Системи водовідведення . . . . .	255
5.12.	Очищення стічних вод . . . . .	258
5.13.	Поверхневий стік з міської території . . . . .	265
	<i>Контрольні питання</i> . . . . .	273

<i>Література</i> .....	274
<b>РОЗДІЛ 6. ПОВІТРЯНЕ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА</b>	276
6.1. Функції атмосферного повітря у міському середовищі .....	276
6.2. Мікроклімат міста .....	277
6.3. Джерела забруднення повітря міста .....	284
6.4. Процеси формування складу повітря у населеному пункті .....	291
6.5. Смоги .....	295
6.6. Захист повітряного басейну міста .....	298
6.7. Контроль стану атмосферного повітря у містах .....	318
<i>Контрольні питання</i> .....	325
<i>Література</i> .....	326
<b>ГЛАВА II. ФЛОРА І ФАУНА МІСТА</b>	328
<b>РОЗДІЛ 7. РОСЛИННИЙ СВІТ МІСТА</b> .....	328
7.1. Шляхи формування флори і фауни міста ..	328
7.2. Антропогенне створення міської флори ..	332
7.3. Урбанізовані біогеоценози .....	336
7.4. Комплексна зелена зона міста .....	337
7.5. Нормування в озелененні населених пунктів .....	345
<i>Контрольні питання</i> .....	347
<i>Література</i> .....	348
<b>РОЗДІЛ 8. ТВАРИННИЙ СВІТ МІСТА</b>	350
8.1. Міська фауна .....	351
8.2. Видовий склад міської фауни .....	355
8.3. Екосистеми житлових будинків .....	359
8.4. Екосистеми дворів селітебної зони .....	362
8.5. Екосистеми приміщень харчової промисловості .....	365
8.6. Екосистеми транспортних зон .....	366
8.7. Екосистеми спортивних споруд, теплиць і кладовищ .....	367
8.8. Екосистеми ботанічних садів, парків, пустирів .....	369

<i>Контрольні питання</i> .....	373
<i>Література</i> .....	374
<b>РОЗДІЛ 9. РОЛЬ РОСЛИННОГО І ТВАРИННОГО СВІТУ В УРБОЕКОСИСТЕМІ</b>	375
9.1. Екологічні особливості міських рослин . . .	375
9.2. Роль рослинного і тваринного світу в урбоекосистемі .....	381
9.3. Фітомеліорація міського середовища .....	395
9.4. Роль міст в динаміці ареалів видів флори і фауни .....	397
<i>Контрольні питання</i> .....	399
<i>Література</i> .....	402
<b>ГЛАВА III. ІНФРАСТРУКТУРА МІСТА</b>	401
<b>РОЗДІЛ 10. СКЛАДОВІ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА</b>	401
10.1. Класифікація інфраструктури .....	402
10.2. Інституціональна інфраструктура .....	405
10.3. Інноваційна і наукова інфраструктура .....	406
10.4. Інформаційна інфраструктура .....	408
10.5. Ринкова інфраструктура .....	410
10.6. Інженерна інфраструктура .....	411
10.7. Виробнича інфраструктура .....	412
10.8. Транспортна інфраструктура .....	413
10.9. Соціальна інфраструктура .....	414
10.10. Екологічна інфраструктура .....	417
<i>Контрольні питання</i> .....	418
<i>Література</i> .....	418
<b>РОЗДІЛ 11. МІСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО</b>	420
11.1. Житлово-комунальне господарство .....	420
11.2. Санітарно-технічне господарство .....	422
11.3. Паливно-енергетичне господарство .....	426
11.4. Транспортне господарство .....	442
11.5. Зелене господарство .....	447
<i>Контрольні питання</i> .....	455
<i>Література</i> .....	456

На сучасному етапі розвитку суспільства дедалі гостріше постає проблема екологічно обґрунтованого розвитку урбанізованих територій. Процес урбанізації, головною характеристикою якого є порушення динамічної рівноваги та самоорганізації природних систем, набуває в сучасному світі глобального характеру.

Сучасне місто – це не лише передумова забезпечення комфортного проживання й життєдіяльності населення, а передусім – складна екосистема, стійкість якої залежить від забезпечення динамічної рівноваги міських систем. Стрімкий розвиток урбанізованих територій призводить до виникнення низки екологічних проблем, вирішення яких неможливе без системного вивчення взаємопов'язаних елементів: територій, населення, середовища природного, техногенного й соціального. І в цьому контексті екологія міських систем є чи не найголовнішою, рушійною силою на шляху подолання проблем, зумовлених стрімким розвитком урбанізації.

Важливим питанням при розгляді якості природних компонентів міського середовища і їх урбоекологічних характеристик є врахування своєрідності міста і його індивідуальності. Залежно від величини, функціонального призначення і віку розрізняються містобудівні параметри міста, тип планувальної структури, схема озеленення, транспортне оснащення, склад жителів і т. ін.

Міста великі і малі, вузькоспеціалізовані і багатofункціональні, історичні (старі) і молоді (нові) є природно-антропогенним або, вірніше, антропогенно-природним комплексом, в межах якого природні, антропогенні, демографічні, етнічні, економічні і соціокультурні чинники знаходяться в тісній взаємодії, утворюючи однорідну за умовами розвитку нерозривну систему.

Складне ціле, яким є місто, може успішно функціонувати тільки в тому випадку, якщо воно влаштоване системно. А місто по своїй суті не може не бути системою. Воно складається з різних за призначенням частин, які доповнюють одна одну, знаходяться у відносинах взаємозв'язку і взаємозалежності. Усі функціональні частини міста поєднані спільністю ресурсної бази, яку має в своєму розпорядженні міська територія; усі вони беруть участь у формуванні міського середовища.



Навчальний посібник «Екологія міських систем» складається з двох частин: «Природно-техногенні комплекси» та «Екологічна безпека». Він містить передмову, вступ та п'ять глав: «Природно-техногенні компоненти середовища міста», «Флора і фауна міста», «Інфраструктура міста» які увійшли до першої частини; три глави – «Антропогенна діяльність і якість міського середовища», «Людина і урбанізовані території» і «Екологічна безпека міського середовища» складають другу частину. Загалом навчальний посібник містить 20 відповідних розділів, 11 з яких увійшли до першої частини.

Перша глава розкриває концептуальні основи екології міських систем, методологічні й організаційні аспекти містобудівної діяльності. Тут також наведено історичні нариси урбанізації та проблеми, що викликані цим процесом; зосереджено увагу на принципах функціонального зонування міста і процесах формування міського середовища. Матеріал першої глави посібника охоплює усі компоненти навколишнього середовища міста (геологічне, водне, повітряне) і характеризує процеси, що відбуваються у них під впливом міських систем.

Друга глава – «Флора і фауна міста» – присвячена висвітленню основних принципів формування міської флори і фауни, урбанізованих біогеоценозів та міських екосистем. В окремому розділі представлено основні принципи нормування озеленення населених пунктів.

Глава третя «Інфраструктура міста» містить короткий історичний нарис щодо формування інфраструктури людських поселень, як рівня цивілізаційного розвитку, а також матеріал, присвячений сучасній класифікації інфраструктури. У цій же главі охарактеризовано складові системи міського господарства, що надає цілісну уяву про організацію житлово-комунального, санітарно-технічного, паливно-енергетичного, транспортного і зеленого господарств.

Даний навчальний посібник має на меті загострити увагу на екологічних проблемах міських територій, розглянути можливі шляхи вирішення найгостріших питань та основні напрями забезпечення екологічно безпечного існування і поступального, природозберігаючого розвитку суспільства.

*Я дуже міцно пов'язаний з моїм містом,  
тому що я – його продовження.*  
Бахрам Багирзаде

## **ВСТУП**

---

Місто називають колискою цивілізації. Міста у всі часи вважалися обличчям цивілізації і в цілому відображали її розвиненість. В класичному розумінні, місто – це компактне поселення людей, жителі якого в основному зайняті працею в промисловості, будівництві, сфері обслуговування, управлінні, науці, культурі, освіті, охороні здоров'я й інших галузях народного господарства, що вимагають концентрації виробничих фондів. Міста займають всього лише 3 % площі суші, але споживають 3/4 світових ресурсів. Незважаючи на складні екологічні умови, в яких знаходяться сучасні міста, кількість міського населення поступово збільшується. Так, на даний час половина населення Землі живе в містах, у розвинених країнах – до 80 %.

Теоретичні дослідження, засновані на розрахунках і моделюванні, реалії наших днів, що спостерігаються на різних континентах планети, дозволяють стверджувати, що процеси концентрації людей в містах в найближчі десятиріччя неминуче посилюватимуться. За даними ЮНЕСКО, в країнах, що розвиваються, у міста щороку переселяється більше 80 млн. людей. Це природне явище, наслідок розвитку нашої цивілізації, еволюції людини. Процес концентрації людей відбувається у всіх сферах їх діяльності через економічну доцільність.

Стрімкий розвиток міст в усьому світі і зростання їх впливу на природу і долю цивілізації обумовили активний розвиток принципово нової науки – екології міських систем, яка перетворилася із окремої наукової галузі біології у наукову дисципліну важливого прикладного характеру, що забезпечує вирішення проблем локального та регіонального планування, а також екологізації людської діяльності. На сьогодні екологія міських систем розвивається з урахуванням внеску у формування її концептуальних положень не лише таких наукових дисциплін, як біологія, ґрунтознавство, інженерна геологія, геоморфологія, гідроло-

гія, але й таких, як економіка, соціологія, демографія, психологія та ін.

Необхідність вирішення тісно взаємопов'язаних соціальних та природоохоронних проблем викликала високу ступінь інтеграції, а нова наука – екологія міських систем – зорієнтована не лише на вивчення питань і проблем, пов'язаних з покращенням умов існування життєдіяльності великих і малих міст, вирішенням специфічних еколого-економічних національних питань, менеджментом регіональних міських агломерацій, а також і на глобальний розгляд процесів урбанізації.

Екологія міських систем вивчає взаємозв'язки живих організмів, у т. ч. й людини, і середовища в межах урбанізованих територій, досліджує багатогранність відносин людини і природи в процесі містобудування, а також закономірності взаємодії містобудівельних структур з природним середовищем.

Об'єктом досліджень екології міських систем є урбогеосоціосистеми та їх сукупності, окремі біотичні та абіотичні компоненти міського середовища; предметом досліджень – стан і прогнозування шляхів розвитку урбосистеми в цілому та взаємний вплив її окремих компонентів, а також вплив міського середовища на прилеглі до міста території і їх біогеосистеми.

Головною метою даного наукового напрямку є пошук шляхів та розробка рішень в рамках містобудування й організації території в широкому розумінні, які направлені не тільки на забезпечення гігієнічних та інших умов життя населення в окремих населених пунктах, але й одночасно з цим – на всебічну раціоналізацію природокористування в більших масштабах, на більш значних територіях.

Основними задачами екології міських систем як науки є вивчення масштабу й інтенсивності антропогенного і технічного впливу на урбогеосоціосистему, визначення допустимого рівня такого впливу, розробка заходів, що забезпечують стабільну підтримку допустимого рівня впливу, прогнозування можливих віддалених наслідків цього впливу і відповідне коригування системи заходів по охороні довкілля.

Концептуальною основою екології міських систем є містобудівельна наука та містобудівельне проектування. Екологія міських систем – це специфічний напрямок в містобудівельній

науці, який збагачує методику містобудування екологічним підходом. Найбільше значення її положення мають в комплексних науково-проектних роботах по плануванню міст, районному плануванню та регіональному розселенню, зокрема, як методологічна основа вирішення природоохоронних завдань.

Особливе місце у системі екологічних знань належить прикладним аспектам екології, які пов'язані з містобудівельним плануванням. Вони характеризуються широким колом досліджуваних об'єктів – від окремого міста до регіональних та глобальних систем розселення; широким спектром питань, які стосуються закономірностей суспільного розвитку та природних процесів. Як прикладна наука екологія міських систем вивчає екологічні проблеми міст та формує оптимальні шляхи їх вирішення.

Подальший розвиток нашого суспільства, яким управляє загальнопланетарний ринок, буде неминуче пов'язаний із зростанням міст і розвитком мегаполісів. Тому дуже важливо вже сьогодні глибоко досліджувати процеси природної самоорганізації нашого суспільства наприкінці ХХ і початку ХХІ сторіч, щоб навчитися жити в нових, дуже важких і складних умовах. Неконтрольоване формування великих міст і мегаполісів так само небезпечно, як і стихійний ринок, неконтрольований громадським суспільством і державою. Проте успіху у вирішенні проблеми можна досягти, якщо не опиратися могутній стихії, а досконально вивчивши її особливості, тенденції, напрями і причини розвитку, використовувати ці тенденції собі на благо, максимально адаптуватися, навчитися виживати в екстремальних умовах. В екстремальних, оскільки із зростанням міст виникає маса небезпечних техногенних процесів і найважчих екологічних проблем: проблеми надмірного забруднення ґрунтів, води і повітря в містах, зростання захворюваності і смертності населення, деградації міської фауни і флори, а також найгостріша проблема – очищення міст від сміття, утилізація величезної і, на жаль, все зростаючої кількості різноманітних відходів.

Вивчення всіх особливостей розвитку сучасних процесів урбанізації з метою їх передбачення і обліку, об'єктивного прогнозу і регулювання є головною задачею нової, науки, що активно розвивається – екології міських систем.

# ГЛАВА І. ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННІ КОМПОНЕНТИ СЕРЕДОВИЩА МІСТА

---

## РОЗДІЛ І НАУКОВІ ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ МІСЬКИХ СИСТЕМ

---

Екологія міста, інколи звана антропоєкологією, – дослідження дій людей (городян) і порівняння виникаючих в ході цих дій оцінок тих або інших ділянок території міста і довколишнього міського простору з об'єктивно реєстрованим набором властивостей цих ділянок (Н. Ф. Реймерс). Практично екологія міста є гілкою соціальної екології.

Екологія міських систем включає також раціональне проектування та екологічно оптимальні варіанти будівництва міських структур. Вона спирається на багато галузей знань, предметом яких є дослідження різних аспектів взаємодії суспільства та природи – екологію, ботаніку, містобудування, географію, соціологію, санітарію та ін. Екологія міста тісно пов'язана з проблемою збереження живої природи в умовах неминучого наступу міст на природне середовище та прогресуючого погіршення його якості.

Науковими основами екології міських систем є: територіально-планувальні, географічні, біологічні, гігієнічні, естетичні, інженерно-геологічні, інженерно-технічні. Особливо важливими є географічний (ландшафтний) і біологічний (екосистемний) аспекти ландшафтно-екологічного підходу в містобудівній теорії.

### **1.1. Територіально-планувальні основи**

Проблема сучасних великих міст посилюється гострою недостатністю природно-просторових ресурсів. Тому питанням планування міст приділяється велика увага.

*Територіально-планувальні основи* займають в екології міських систем (ЕМС) особливе місце. ЕМС розвивається в складі містобудівельних, специфічних територіально-планувальних дисциплін – регіонального розселення, районного планування, планування населених місць, використовуючи методологію.

*Планування населених місць* – це галузь архітектури, що розглядає питання комплексного впорядкування життєвого простору на рівні регіонів, груп населених місць та окремих міст і селищ міського типу. Вона ґрунтується на закономірностях суспільного розвитку, аналізі природних умов і всебічному обліку потреб людини, перш за все екологічних, включає аналіз екологічних чинників розселення, взаємодії об'єктів будівництва з навколишнім середовищем на всіх рівнях ієрархії екосистем.

*Раціональне планування міста чи району* – це впорядкування та оптимізація складних відносин, що існують між природним середовищем і штучними спорудами в територіальному плані.

Раціональному територіальному розвитку міст приділяється особлива увага, як важливому засобу формування сприятливого міського середовища та ефективного використання природних ресурсів. У процесі реконструкції існуючих і формування нових міст основними завданнями їх територіального розвитку є:

- вибір території нового будівництва;
- визначення регіональних напрямків перспективного територіального розвитку;
- резервування територій.

Територія, яка обирається для будівництва нового або розширення існуючого міста, визначається з урахуванням можливого перспективного розвитку його основних функціональних елементів і повинна мати:

- достатню площу для розміщення і розвитку всіх видів будівництва;
- відповідні природні характеристики для створення комфортних умов проживання і відпочинку населення, естетичного збагачення ландшафту міста;
- сприятливі інженерно-геологічні умови, які дозволяють здійснювати промислово-комунальне, житлове, громадське та зелене будівництво з мінімізацією витрат на інженерні споруди і підготовку території;
- близькість до джерел або магістральних комунікацій енергопостачання і водопостачання.

Розміщення громадської та житлової забудови не допускається:

- на ділянках, розташованих у зонах інтенсивного впливу

зсувів, а також у зонах впливу селевих потоків і снігових явищ;

- у першій зоні санітарної охорони джерел водопостачання і майданчиків водопровідних споруд;

- у зонах можливого катастрофічного затоплення завглибшки 1,5 м і більше;

- на земельних ділянках, забруднених радіоактивними чи органічними відходами; у санітарних зонах відвалів породи вугільних, сланцевих шахт і збагачувальних фабрик;

- на відстані не менше 100 м вище контурів торфовищ, лісових масивів хвойних порід і 50 м – від лісових масивів листяних порід, розташованих за межами міста;

- у сейсмічних районах, які безпосередньо прилягають до активних розломів;

- у зонах охорони гідрометеостанцій, охоронних зонах магістральних нафтопроводів, газопроводів;

- у санітарно-захисних зонах промислових підприємств, джерел електромагнітного, іонізуючого випромінювання, у шумозахисних зонах аеропортів та ін.;

- у перших зонах округів санітарної охорони курортів, якщо об'єкти, які проектуються, не пов'язані з експлуатацією природних лікувальних ресурсів курортів; у других зонах округів санітарної охорони курортів, якщо об'єкти забудови впливають на якість атмосферного повітря, ґрунтів та вод, є джерелами перевищення нормативних рівнів шуму; у третіх зонах округів санітарної охорони курортів у випадках негативного впливу на природні лікувальні ресурси і санітарний стан курорту;

- на територіях смуг відводу трас зовнішнього транспорту (залізниць, автомобільних доріг 1-ї та 2-ї категорії);

- на землях природних національних парків, дендропарків і водоохоронних зон; на територіях зелених зон міст, включаючи землі міських лісів і лісопарків, якщо об'єкти, які проектуються, призначені не для відпочинку і спорту або обслуговування приміського лісового господарства;

- на територіях природних заповідників і заказників та їх охоронних зон.

З урахуванням цих положень виконується схема планувальних обмежень, яка є вихідним матеріалом для вибору території розвитку міст.

Раціональне використання території та охорона природного середовища тісно пов'язані, оскільки вимоги різних землекористувачів, як і вимоги різних галузей господарства, різноманітні і можуть призвести до конфліктних ситуацій. Ця проблема загострюється ще й в зв'язку з тим, що територія має кінцеві границі, а господарства постійно розвиваються.

*Районне планування* – це єдина планувальна проектна дисципліна, мета якої – комплексний, збалансований розвиток значних територіальних об'єктів, їх раціональна планувальна організація. При розробці схем та проектів районного планування (а також генеральних планів міст) особлива увага приділяється всебічному аналізу та оцінці території, її функціональному зонуванню і пошуку оптимальних пропозицій, які забезпечують її ефективне перспективне використання.

В основі територіального упорядкування лежить концепція формування планувального каркасу міста відповідно до сучасних вимог і перспективного розвитку міста. Територіально-планувальний підхід чітко видно при розробці будь-якого розділу містобудівельних планувальних документів, особливо на останніх етапах досліджень та проектних робіт.

## **1.2. Географічні основи**

Місто є територіально обмеженою частиною географічної оболонки, в якій поєднуються природні і штучні компоненти, населені людьми і інтенсивно змінювані ними. Важливою складовою теорії та методології географічних досліджень екології великого міста є ідентифікація, систематизація, визначення гостроти екологічних проблем та обґрунтування шляхів їх вирішення.

Найбільш тісно з ЕМС пов'язана фізична географія (включаючи кліматологію, метеорологію, біогеографію), і в першу чергу – ландшафтознавство, геохімія ландшафтів, деякі розділи економічної географії, географії природних ресурсів, населення.

*Ландшафтознавство* має особливе значення, оскільки його об'єкти – цілісні природні та природно-технічні системи. Методи ландшафтознавства та фізичної географії давно використовуються в наукових і проектних роботах. Цьому здебільшого сприяли комплексність, територіальність і конструктивний ха-



ракти як містобудування, так і географії.

*Географія* вивчає навколишнє середовище, як єдине ціле з антропогенними і природними компонентами. ЕМС базується на тих напрямках географічної науки, в рамках яких ведуться такі дослідження:

- типологічне вивчення міських агломерацій і групових систем населених місць (динамічних утворень, які розвиваються на основі виконання ними столичних, портово-промислових та рекреаційних функцій);
- аналіз процесів зміни ландшафтів та розробка відповідних рекомендацій; особливо важливими є дослідження стійкості ландшафтів різного типу до фізичних і хімічних антропогенних навантажень – рекреаційних, транспортних та ін., виявлення динаміки ландшафту (наприклад в ландшафтах лісостепу від довготривалого механічного впливу витоптується трав'яний покрив, їзда без доріг призводить до того, що піщані, лесовидні та супіщані ґрунти швидко втрачають зв'язність і піддаються вітровій ерозії);
- дослідження економіко-географічних аспектів проблеми обміну речовин між суспільством і природою;
- дослідження в галузі конструктивної географії (розробка теоретичних моделей та впровадження в практику проектування ландшафтів «підвищеної стійкості», а також геотехнічних систем різного виду).

Географічні методи дають можливість визначати стійкість природних ландшафтів до органічного і неорганічного забруднення, співставляючи особливості перетворення та об'єму міграції речовин всередині як самого ландшафту, так і інтенсивність обміну його речовини із дотичними (сусідніми) територіями.

Знання геохімічних особливостей території, використання аналітичних методів геохімії ландшафту дають змогу в рамках ЕМС виконувати спеціальне зонування території та планувати заходи щодо охорони навколишнього природного середовища.

Не менш важливо для містобудівної екології є визначення ступеня стійкості ландшафтів до фізичних антропогенних навантажень – рекреаційних, транспортних та ін., виявлення динаміки ландшафту, для чого використовують методи *фізичної географії*.

Наразі питання формування сприятливих екологічних характеристик довкілля стають особливо актуальними для міст, в першу чергу найбільших та великих промислових, оскільки концентрація всіх видів діяльності у місті супроводжується, як правило, негативними екологічними тенденціями розвитку – забрудненням компонентів природного середовища, деструкцією ландшафтів, негативним впливом на самопочуття, здоров'я, навіть тривалість життя людей. Тому важливим завданням географії є проведення всебічних досліджень екологічних проблем великих міст та обґрунтування шляхів і засобів їх вирішення.

Географічні основи вивчення навколишнього середовища – необхідна передумова для будь-яких екологічних досліджень у галузі містобудування, особливо в регіональній його сфері.

### **1.3. Біологічні основи**

Головним фактором геологічної еволюції планети стало життя. Переважно біологічні, а не фізико-хімічні та геологічні закономірності визначають темпи і форми перетворення речовини та енергії на Землі. Проте, функціонування живої речовини все більше направляє діяльністю людини. Тому біологічні аспекти ЕМС мають особливе значення, тим більше, що екологічні нормативи стають теоретичною базою поведінки людини індустріального суспільства в природі.

Будь-який вплив людини на природні екосистеми призводить до їх змін. Біогеоценози та інші екологічні системи в індустріальному та урбанізованому світі не можуть бути збережені в природному стані (крім територій, що охороняються – природних та національних парків, заповідників, заказників тощо), але немає жодних об'єктивних причин для їх погіршення та втрати ними буферних функцій.

Основними антропогенними чинниками несприятливої дії на біогеоценози крупних міст є:

- забруднення атмосфери, поверхневих і ґрунтових вод і ґрунту. Так, атмосферні забруднення, впливаючи на рослини і окремі їх частини, викликають в них різні процеси, що негативно позначаються на стані, як окремого виду рослин, так і всього біоценозу. В зеленій масі рослинності зменшується вміст хлорофілу. Тканини рослини, уражені хлорозом, змінюють колір на

жовтий і охристий, більш сильне ураження викликає некроз (омертвіння) тканин. Встановлений прямий зв'язок між ураженістю рослинності і накопиченням в рослинах ряду хімічних елементів (свинцю, олова, ванадію, стронцію, срібла, кобальту, міді, цинку) поблизу виробництв чорної і кольорової металургії, машинобудування, поліграфії, автомобільних доріг;

- порушення гідрологічного режиму й ерозійні процеси, викликані неправильним веденням господарських заходів і промисловою діяльністю;

- пожежі в приміських лісах, пов'язані з порушенням населенням вимог пожежної безпеки в посушливі сезони і роки;

- надмірна рекреаційна дія, що супроводжується ущільненням ґрунту, порушенням мохово-трав'яного покриву, знищенням і пошкодженням підросту і підліска, утворенням незапланованих доріг і заїздів по межах крупних масивів тощо.

Приміські ліси під впливом рекреації поступово деградують, а їх площі скорочуються. Невеликі масиви більш уразливі, в них деградація насаджень досягає 85-90 %, в крупних – 6-20 %.

Розчленовування автомобільними дорогами природних територій і лісових масивів, що особливо охороняються, в містах і приміських зонах є іншою серйозною небезпекою. «Ерозії околиць», що відбуваються в результаті цього, розповсюджуються на усі лісові ділянки. Нова межа, що облаштовується стоянками автомобілів, пунктами їх обслуговування, неминуче призводить до того, що ліс починає відступати з кожної сторони дороги. Через це площа лісового масиву істотно скорочується.

Довкола міст, як правило, відбувається забудова заплавлених територій річкових долин. Як наслідок, відбувається своєрідна «блокада» міст, оскільки біологічні компоненти вказаних природних екосистем фактично втрачають джерела свого існування. Тому досягнення найбільшої продуктивності та стабільності екосистеми є основою її стійкості, здатності її структури адаптуватися до зовнішнього впливу (зокрема, містобудування).

Містобудівельні рішення приймають з урахуванням необхідності забезпечення стійкості і рівноваги абіотичних складових – гідрологічного режиму території, газового складу атмосфери тощо, які значно порушуються при будівництві міст. Умовами швидкого біологічного самоочищення екосистем є висока шви-

дкість обміну речовиною, енергією та інформацією, залучення в біотичний колообіг всієї продукованої біомаси. Це положення є важливим фактором при розробці необхідних засобів технічного очищення ґрунтів, повітряного та водного басейнів.

Зооценози так само, як і фітоценози, перетворюються під впливом людини. Вимирання видів – насущна проблема урбанізованих територій. Найбільш гострою вона є в районах масової забудови. Зараз процес досяг тієї стадії, коли зникають не тільки рідкісні хребетні тварини, що вимагають для свого існування великих природних масивів зі складною просторовою структурою, але й дрібні безхребетні, які більш невибагливі і які можуть зберігатися на значно менших площах. Загальна кількість видів стрімко скорочується, збільшується частка синантропних видів, особливо дійсних синантропів (видів, що регулярно проживають на території населених пунктів поряд з людиною), які в забудованих частинах можуть залишатися єдиною групою видів, здатною витримати потужне антропогенне навантаження мегаполісів. Це веде до руйнування самої екосистеми і робить майже неможливим її саморегулювання.

Для нормальної роботи екосистеми повинні містити повний набір властивих їм видів. Їх наявність говорить про стабільність природних угруповань, тим самим і про стабільність того середовища, в якому живе людина. Вони є індикаторами, показником благополуччя цих угруповань і, відповідно, всього середовища в цілому.

Деградація або знищення певного біотопу веде до швидкого скорочення чисельності і цілковитого зникнення того або іншого виду. Першим кроком на шляху до руйнування комплексу є розпад єдиного великого ареалу на декілька більш дрібних, внаслідок чого єдина популяція також розпадається на ряд ізолятів, які виявляються менш стійкими до антропогенної дії, що у свою чергу може призвести до вимирання виду. Для запобігання негативних наслідків ізоляції окремих видів при створенні охоронних зон для тварин впроваджуються екологічні коридори, які забезпечують міграцію видів і обмін генетичною інформацією.

Ще одним способом збереження тварин є штучне відтворення. Отримані молоді особини можуть використовуватися для інтродукції в природне середовище існування виду, що та-

ким чином підтримуватиме чисельність і популяції деяких тварин. Приклади такого розведення вже є: крокодилові і стра-усові ферми, розведення оленів в Новій Зеландії, а також павуків, папуг, лемурів і деяких інших тварин.

Для коригування тваринних популяцій в місті вживають комплекс заходів, а саме – правильне зонування території при плануванні міста; максимальне збереження ареалів того чи ін. виду.

ЕМС цікавлять такі біологічні поняття: конкуренція видів, трофічні ланцюги, енергетичні піраміди, продуктивність екосистем і т. ін. Ці поняття, принципи та закономірності можна сформулювати як ряд положень, які існують в ЕМС:

- ефект зворотного зв'язку, який визначає закономірність негативних реакцій природного середовища на вплив людини (з огляду на це впливає недопустимість надмірної експлуатації природних ресурсів – вирубка лісів, виснаження луків і водойм);
- ефект звикання (порушені антропогенною діяльністю та самовідновлені природні комплекси більш стійкі до антропогенних навантажень, ніж незаймана природа);
- ефект узлісся (крайовий ефект) – різноманітність рослинного та тваринного світу в прикордонних зонах біогеоценозів різного типу значно вища, ніж в самих біогеоценозах; тому природне середовище в межах зон, які стикаються, більш стійке та пластичне. Ця закономірність повинна використовуватися для визначення природоохоронних зон територій, які утворюють природний каркас розселення.

Зазначені положення та їх дотримання дають можливість оптимізувати особливо складні ситуації таких територій: міські агломерації, приміські зони великих міст, надто переущільнені курортні райони. Виконання цих умов веде до досягнення головної екологічної задачі містобудівельного проектування – збереження екологічної рівноваги урбанізованих територій.

#### **1.4. Гігієнічні основи**

Сучасна соціоекологічна криза, що супроводжується катастрофічним погіршенням якості життєвого середовища і відповідно до цього – зниженням рівня здоров'я народонаселення Землі, поставила під загрозу не лише подальший розвиток людської цивілізації, а й існування людства взагалі. Питання формування

сприятливих екологічних характеристик довкілля стають особливо актуальними для міст, в першу чергу найбільших та великих промислових. У зв'язку з цим медичні аспекти гармонізації взаємодії суспільства та природи набувають особливої ваги. Високий рівень здоров'я населення стає основним показником оптимізованої соціоекосистеми, а параметри навколишнього середовища, що забезпечують цей рівень, – визначальними критеріями при оптимізації соціоекосистем.

За цих умов різко зросла роль давньої медичної дисципліни – гігієни, назва якої походить з грецької мови і означає здоров'я. Саме гігієна вивчає вплив різноманітних факторів середовища на здоров'я людини, її працездатність та довголіття з метою розробки практичних заходів, спрямованих на оздоровлення умов життя людини і попередження захворювань. Вона зосереджує увагу на оцінці умов навколишнього середовища, що впливають на здоров'я людей, на розробці критеріїв якості навколишнього середовища, на науковому обґрунтуванні оптимальних для людини параметрів навколишнього середовища, що є основою гігієнічного нормування.

Метою гігієни, як наукової дисципліни, є оптимізація умов середовища існування людини з точки зору її здоров'я.

Гігієнічні основи широко використовуються в містобудівельному проектуванні шляхом врахування гранично допустимих концентрацій (ГДК) речовин, які забруднюють повітря, воду, ґрунт, продукти харчування, а також різних обмежень та критеріїв зонування, зокрема – гранично допустимі рівні (ГДР) і дози (ГДД) шкідливих фізичних факторів середовища антропогенного походження (шуму, вібрації і т. ін.), оптимальні і допустимі параметри мікроклімату; оптимальний і допустимий склад добового харчового раціону і питної води тощо.

*Гігієнічне нормування* – це наукове обґрунтування гігієнічних нормативів для повітря населених пунктів і виробничих приміщень, для води і продуктів харчування, для будівельних матеріалів і предметів одягу тощо. На основі вивчення впливу факторів навколишнього середовища розробляють гігієнічні норми.

*Гігієнічним нормативом* називають строго визначений діапазон параметрів фактора середовища, який є оптимальним або принаймні безпечним з точки зору збереження нормальної жит-

тедіяльності і здоров'я людини, людської популяції і майбутніх поколінь. При такому нормуванні фактори навколишнього середовища не повинні негативно впливати на фізичний і психічний розвиток людини, її самопочуття, працездатність, репродуктивну функцію та санітарні умови життя.

Регламентуються також і соціальні фактори, які викликають втому людини, знижують функції організму і працездатність. Гігієнічне нормування забезпечує оптимальний стан організму в процесі навчання, виховання, трудової діяльності і відпочинку.

У зв'язку з тим, що в реальних умовах людина відчуває на собі комбіновану, комплексну і сполучену дію хімічних, фізичних та біологічних факторів навколишнього середовища і це реальне навантаження визначає можливі зміни у стані здоров'я, введено поняття *максимально допустимого навантаження* (МДН). Під цим поняттям розуміють таку максимальну інтенсивність дії всієї сукупності факторів навколишнього середовища, яка не виявляє прямого чи побічного шкідливого впливу на організм людини та її нащадків і не погіршує санітарних умов життя.

Гігієнічні нормативи мають законодавчу силу і є юридичною основою для санітарного контролю. Гігієнічні вимоги втілюються в життя шляхом законодавчих актів і санітарного законодавства, запобіжного і поточного санітарного нагляду, санітарної просвіти і диспансеризації.

З метою підготовки гігієнічних нормативів і санітарних правил та контролю за проведенням санітарно-гігієнічних заходів у системі Міністерства охорони здоров'я України створено санітарно-епідеміологічну службу з установами, що носять назву санітарно-епідеміологічних станцій. СЕС здійснюють запобіжний і поточний нагляд, вивчають санітарний стан населених місць, проводять заходи щодо попередження і боротьби з інфекційними, професійними та іншими захворюваннями.

Запобіжний нагляд починається з перевірки збереження гігієнічних норм і санітарних правил у процесі проектування та будівництва різноманітних об'єктів і закінчується прийомом об'єкта в експлуатацію. Поточний державний санітарний нагляд полягає у систематичному нагляді за санітарним станом об'єктів в процесі їх експлуатації.

В містобудуванні застосовуються також і досягнення в галу-

зі нормування різних санітарних коридорів, очищення промислових викидів і скидів, утилізації побутового сміття.

Задачею ЕМС в цьому аспекті є забезпечення містобудівельних умов для збереження та укріплення здоров'я людини, а без гігієнічних норм і нормативів розробити відповідні пропозиції в сфері містобудівництва практично неможливо. Гігієнічні нормативи по встановленню санітарно-захисних, водоохоронних та інших зон, по медичному зонуванню в курортних місцевостях є необхідними елементами просторової організації розселення, планувальної організації будь-якого міста або району.

Забезпечення належного санітарного стану населених пунктів є необхідною передумовою їх епідеміологічного благополуччя. Санітарне прибирання міських територій, проїжджої частини, тротуарів, внутрішньоквартальних територій сприяє зменшенню забрудненості дощових вод, знижує заповищеність повітряного басейну, покращує загальну екологічну обстановку в місті. З санітарним прибиранням населених місць безпосередньо пов'язане своєчасне видалення твердих побутових відходів. Заходи по очищенню стічних вод та виробничих викидів, по боротьбі з локальними проявами епідеміологічних та епідемічних захворювань, організація сміттєвидалення є складовою частиною комплексу заходів по охороні та покращенню навколишнього середовища.

### **1.5. Естетичні основи**

Естетичний аспект формування довкілля є важливою складовою архітектурно-містобудівельної діяльності та одночасно є показником якості середовища.

Охорона середовища в аспекті збереження та збільшення його естетичної цінності – важлива задача ЕМС. Це пов'язано з втратою живописних якостей ландшафтів в результаті видобування корисних копалин, будівництва різноманітних споруд і будівель, прокладання комунікаційних мереж, сільськогосподарського освоєння території, проведення меліоративних заходів т. ін.

Метою естетичного аналізу в рамках ЕМС є виявлення естетичних властивостей ландшафту та використання їх в проектних рішеннях (виділення видових точок, трас експозиції ландшафту, унікальних елементів природи).



Вдале розміщення силуетних містоутворювальних ансамблів, окремих елементів і комплексів малих архітектурних форм, реклами, скульптури, грамотний підбір зелених насаджень за їх естетичними властивостями дозволяє впливати на підсвідомість громадян, виховуючи їх смак і культуру.

В сучасному містобудуванні існують два підходи до використання естетичних властивостей ландшафтів. *Перший* – традиційний, заснований на гармонійному сполученні природних, архітектурних й інженерних складових, що розвивається на базі художніх принципів, які були розроблені теорією містобудівання у XVIII-XIX сторіччях. *Другий* – пошуковий, заснований на художньому виявленні контрасту природного і штучного в міському середовищі.

Переважає більшість сучасних міст мають одноманітне міське середовище, що обумовлює втрату індивідуальності міст і міських районів. Покращення естетичних якостей міського середовища в значній мірі можливе завдяки правильному використанню природних властивостей початкового ландшафту, збереженню і виявленню його своєрідності.

На сьогодні стан багатьох міст характеризується наявністю проблем, пов'язаних із збереженням історико-культурної спадщини, однією з яких є необхідність удосконалення композиції міст та забезпечення неповторності середовища.

Наразі існують такі історичні типи композиційних ансамблів у містах, як мальовничі й регулярні. Мальовничим ансамблям міст притаманна динамічність композиції, єдність з існуючим ландшафтом, об'ємно-просторова структура, вільне розташування будівель із урахуванням їх зорового сприйняття.

Регулярні ансамблі міст відрізняє статичність композиції, стильова однорідність будівель, просторова структура та симетричне регулярне планування.

Загалом містобудівна композиція є результатом різночасового процесу естетичної організації простору, яка у своїй основі має емоційне враження й естетичне сприйняття людиною художнього результату створення або перебудови архітектурної форми міста. Композиційна структура (КС) міста розглядається у трьох аспектах:

- планувальна композиція міста, яка формується елементами

міського плану і композиційним каркасом, та фронтальна композиція міста, що формується силуетом і панорамами;

- просторова композиція міста, яка формується композиційними районами та просторовою організацією вертикальних домінант і ансамблів міста;
- об'ємно-просторова композиція окремих ансамблів і будівель.

Перший аспект відповідає рівню сприйняття міста ззовні, при якому силует і панорами є реальними елементами сприйняття міста, а планувальна композиція – узагальнююче абстрактно-символічне двомірне представлення просторової композиції.

Інші аспекти КС відповідають рівням реального сприйняття від одноразового до поступового в процесі руху по місту, в яких елементи композиції формуються гармонічними співвідношеннями простору й маси забудови та розподіляються на три ієрархічних рівня. Такий розгляд КС відповідає рівням, як архітектурно-містобудівного проектування, так і сприйняття міського середовища людиною.

Зазначені підсистеми й елементи КС, їх характер, просторове розташування та характер взаємозв'язків між ними формують цілісність, виразність і гармонійність композиційної системи міста в цілому.

Системоутворюючими факторами морфологічної системи міста є:

- ландшафт;
- забудова;
- міський простір;
- системи планування;
- історико-культурна спадщина;
- функціональне використання території.

Візуальними характеристиками ландшафту виступають:

- конфігурація;
- розмір простору;
- замкнутість-відкритість;
- структура візуальних зв'язків;
- морфотипи рельєфу.

Планувальна система міста має такі якісні й кількісні характеристики:

- характер системи;

- розмір планувальної одиниці;
- конфігурація планувальної мережі;
- форма територіального розвитку міста;
- композиційна розмаїтість плану та вулиць;
- складність конфігурації у плані та ін.

Для фактора «забудова» якісними й кількісними характеристиками виступають:

- ярусність;
- орієнтованість;
- поверховість;
- розміри забудови;
- щільність забудови;
- наявність домінант;
- вид внутрішньої комунікації;
- прийоми розміщення в просторі;
- стандартність або унікальність та ін.

Для фактора «функціональне використання» загальноприйнятими є такі якісні й кількісні характеристики: типи й види функціонального використання, функціональна цінність, функціональний потенціал, щільність видів функціонального використання.

Історико-культурна спадщина класифікується за характером і складністю, що формує ієрархічну систему архітектурної спадщини від історико-культурного регіону до фрагмента міського середовища й окремого об'єкта. На рівні міста і району міста архітектурна спадщина є традиційним історичним середовищем, типи якого визначаються сполученням різночасових морфосистем.

*Загальними ознаками* міського середовища є: розмірність, конфігурація, інтенсивність використання території та характер взаємодії із зовнішнім середовищем.

У процесі містобудування та містобудівної естетики виникають такі задачі:

- виділення і охорона ландшафтів, цінних в пізнавальному, історико-культурному і естетичному відношеннях, а також відновлення порушених територій;
- художнє осмислення та формування ландшафтів на значних територіях районів, включаючи рекреаційні;
- врахування динаміки естетики міського середовища.

Слід враховувати і соціальний ефект у духовному споживанні середовища, який включає, окрім естетичної, ще й пізнавальну, орієнтуючу, виховну, рекреаційну функції.

### **1.6. Інженерно-геологічні основи**

На територіях міст формується значна кількість антропогенних геологічних процесів і явищ. З удосконаленням технічної озброєності людини вплив господарської діяльності на геологічне середовище міста зростає. Ефекти антропогенної дії на геологічне середовище мають тенденцію до кумуляції.

Активізація небезпечних геологічних процесів в містах, обумовлена техногенною діяльністю людини, призвела до ряду катастрофічних наслідків. Зокрема, в містах та міських агломераціях 60-85 % випадків зсувів та 80-95 % утворення ярів трапляються в результаті діяльності людини. Величезні економічні збитки, пов'язані з цим, і супутні їм людські жертви свідчать про необхідність особливої уваги до еколого-геологічних чинників при господарському освоєнні територій.

Для дослідження взаємодії містобудівельних структур з літогенною основою ландшафту в ЕМС використовується ряд інженерно-геологічних методів: інженерно-геологічна зйомка, рекогносцировка, розвідка тощо.

Розвиток міст призводить до зміни рельєфу поверхні, фізико-механічних властивостей ґрунтів, гідрогеологічних умов, напрямку і перебігу фізико-геологічних процесів та явищ.

*Зміна рельєфу* відбувається внаслідок вертикальної забудови міста, благоустрою і озеленення території, добування корисних копалин. Основною тенденцією у зміні міського рельєфу є його вирівнювання, пов'язане з плануванням території у процесі підготовки майданчиків під будівництво.

На міських територіях одночасно відбуваються два процеси: *зниження та підвищення відміток поверхні*. До першого процесу належать: зрізка ґрунту, терасування схилів, створення виїмок, опускання і просідання поверхні. До другого – переміщення ґрунтів, складування відвалів та твердих промислових і побутових відходів, гідронамивання ґрунту, засипання ярів, боліт і т.ін.

В процесі ведення підземних будівельних робіт, що супроводжується виїмкою тим або іншим способом певного об'єму по-

рід, навколо гірських виробок формуються зони порушення і зсування, в межах яких породи набувають нових *фізико-механічних властивостей* і *якісного стану*. Ці зміни викликаються порушенням природного напруженого стану порід і їх переміщеннями в зонах, що примикають до гірських виробок. При цьому формується комплекс нових геодинамічних процесів і явищ, серед яких найбільший розвиток одержують: зсування і ущільнення, руйнування і втрата зв'язності порід; розшарування і пластичні деформації; вичавлювання і розриви суцільності. Подібні процеси призводять до значного погіршення будівельних властивостей порід і їх стійкості, що зумовлює необхідність виконання спеціальних попереджувальних заходів (технічна меліорація, устрій огорож, кріпильних пристосувань і т. ін.).

Ступінь розвитку цих процесів визначається багатьма чинниками: фізико-механічними властивостями і станом порід, їх обводненістю, способами водопониження, що використовуються при підземному будівництві, дотриманням технології робіт, об'ємом підземних виїмок.

Особливу небезпеку при здійсненні підземного будівництва представляють відхилення від технології робіт, раптові прориви вод і газів, що призводять до виникнення аварійних ситуацій не тільки в підземних виробках, але й в наземних будівлях і спорудах. В практиці відомі приклади, коли подібні явища викликали втрату стійкості великих масивів порід, їх переміщення приймало лавиноподібний характер і досягало поверхні землі. Разом з тим стабілізація цих переміщень може відбуватися тривалий час і чинити постійну дію на існуючі підземні і особливо наземні будівлі і споруди.

Зміни фізико-хімічних властивостей порід верхнього горизонту літосфери в містах відмічаються на глибині до 20-50 м, а іноді – до 100-300 м. Найбільш сильно породи змінюються під впливом статичних та динамічних навантажень, обводнення та осушення, а також вібрації та електромагнітних випромінень.

Значний вплив антропогенна діяльність здійснює на стан підземної гідросфери. Сюди відносять ненавмисну або навмисну зміну запасів підземних вод, порушення їх режиму в результаті перерозподілу поверхневого стоку, підпору за рахунок скорочення площ живого стоку і т. ін.

Вплив міської забудови на підземні води відмічається на глибині до 100-150 м (іноді, навіть до 400-800 м). При цьому змінюється рівень стояння, температура і хімічний склад води, утворюються зони підпору та депресій, порушується рівноважна взаємодія поверхневих і підземних вод. Зниження рівня підземних вод найбільше залежить від дренажу, регулювання паводків, відкачування. У деяких великих містах та міських агломераціях сформувалися вирви депресій діаметром у декілька десятків і сотень кілометрів та глибиною у декілька сотень метрів. На підвищення рівня підземних вод впливають: інфільтрація з водосховищ, витікання води з підземних водогінних мереж і резервуарів.

Штучне зниження рівня підземних вод, що є неодмінною умовою ефективного ведення підземних будівельних робіт, здійснює значний вплив на наземні будови і підземні інженерні комунікації. Так, ущільнення ґрунтів, переважно водоносних, що ним викликається, може призводити до виникнення додаткових і нерівномірних осідань будівель і споруд і розвитку в них неприпустимих деформаційних пошкоджень. Тому з початком ведення підземних будівельних робіт встановлюють систематичні візуальні й інструментальні геодезичні спостереження за існуючими наземними будівлями, спорудами, підземними комунікаціями і навколишньою територією. Необхідність таких спостережень викликається, як осіданням будівель і споруд у зв'язку з пониженням рівня підземних вод, так і утворенням зон переміщень порід в процесі проходки гірських виробок.

Зі зміною гідрогеологічних умов пов'язаний розвиток та інтенсифікація таких антропогенних геологічних процесів: карст, суфозія, заболочування, підтоплення, виснаження ресурсів підземних вод, деформація поверхні землі тощо.

До значної зміни природних інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов призводить не тільки вплив підземних будівельних робіт, але й виникнення негативних інженерно-геологічних процесів і явищ. Самі підземні споруди, взаємодіючи з навколишнім геологічним середовищем, можуть служити причиною появи нових субтеральних (підземних) процесів. Наприклад, закінчення підземних будівельних робіт, а разом з ним – і водопониження, призводить до відновлення колишнього гідродинамічного режиму підземних вод. Проте збудовані підземні

споруди перешкоджають стоку підземних вод, утворюючи значний підпір. Це викликає не тільки підвищення рівня підземних вод і унаслідок цього – зміну фізико-механічних властивостей порід, але також значні зміни швидкостей їх фільтрації. Підвищення рівня підземних вод може здійснювати значний вплив на стійкість фундаментів наземних будов і навколишніх територій, є причиною підтоплення підвалів і аварій підземних інженерних мереж. Збільшення швидкості фільтрації за певних геолого-літологічних умов може виявитися причиною появи процесів суфозії, активного вилуговування та інших, які погіршуватимуть умови експлуатації наземних і підземних інженерних споруд.

Використання підземного простору ставить перед інженерною геологією необхідність вирішення цілого ряду спеціальних теоретичних і методичних питань при проектуванні підземних будівель і споруд. Будівництво підземних споруд викликає в більшості випадків значну зміну природних інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов. Вона починається з моменту проведення будівельних робіт і продовжується в результаті взаємодії геологічного середовища і підземних споруд в процесі їх експлуатації. Підземний простір міст, що являє собою нагромадження численних систем транспортних комунікацій, трубопроводів та інженерних споруд, впливає на всі елементи поверхневої та підземної гідросфери, рельєф, ґрунтовий покрив, що, в свою чергу, відбивається на стані навколишнього середовища міст в цілому. Сильніших змін набуває гідрографічна мережа і підземні води: змінюються умови стоку та інфільтрації опадів. Внаслідок забудови значної частини території і влаштування водонепроникних покриттів, спорудження водостічних систем, прибирання снігу різко скорочується коефіцієнт інфільтрації. У результаті порушення природних умов стоку, а також інтенсивного водовикористання з підземних водоносних горизонтів (бювети) знижується рівень і утворюються дисперсійні вирви підземних вод, і, як наслідок, – мульди осідання.

Характер і інтенсивність змін геологічного середовища визначаються багатьма чинниками, з яких найбільш важливими є: геологічна будова, гідрогеологічні умови, літологічний склад і фізико-механічні властивості порід, спосіб ведення будівельних робіт, глибина закладення споруд і їх конструктивні особливості.

Інженерно-геологічні дослідження для обґрунтування підземного будівництва і розробка прогнозів взаємодії геологічного середовища з підземними спорудами здійснюються в трьох аспектах:

- вивчення інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов та їх зміни в плані і по глибині для підземного будівництва;
- вивчення впливу підземного будівництва на зміну природних інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов та прогнозування можливості і ступеня розвитку несприятливих інженерно-геологічних процесів і явищ;
- вивчення впливу інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов, а також можливих несприятливих інженерно-геологічних процесів на підземні і наземні будівлі і споруди та розробка технічних заходів щодо їх захисту.

Вивчення змін геологічного середовища у зв'язку з підземним будівництвом, їх довгострокове прогнозування мають виключно важливе значення. Знання інженерно-геологічних процесів і явищ, що виникають в результаті підземного будівництва, необхідне не тільки для правильного проектування, будівництва і надійної експлуатації споруд, але також для прогнозування небажаних фізико-геологічних процесів і явищ, які можуть відбуватися на поверхні землі в межах існуючої міської забудови і благоустрою.

Активне використання підземного простору, що відкриває широкі перспективи в області реалізації важливих містобудівних задач, вимагає застосування інженерної геологічних методів для розробки якісного і своєчасного інженерно-геологічного обґрунтування ведення будівельних робіт.

### **1.7. Інженерно-технологічні основи**

Інженерно-технологічні основи – важлива методологічна база ЕМС, особливо в період стрімкого розширення сфери виробництва, кардинального удосконалення технологічних процесів, розвитку різних видів транспорту, зв'язку, які призвели до значних змін в характері взаємовідносин природи та суспільства.

*Технологічні основи* охорони навколишнього середовища у містах і міських агломераціях дозволяють компенсувати недостатню стійкість природного середовища до антропогенних на-



вантажень штучними системами. Це – не тільки очисні споруди, але й безвідходні та маловідходні технології виробництва і цілих територіально-виробничих комплексів. Особливо гостра необхідність у цьому виникає з розвитком урбанізації.

В деяких урбанізованих районах порушення природного середовища не може компенсуватися ні за рахунок резистентності (очисної здатності) біосфери, ні за допомогою спеціальних очисних споруд. Тому важливим є вдосконалення енергетичних, хімічних, металургійних та інших виробничих циклів, іригаційних і транспортних систем, систем зв'язку тощо.

Виділяють такі напрямки екологічної компенсації інженерно-технічними засобами:

- вдосконалення технології очищення стічних вод;
- вдосконалення технології очищення промислових і побутових викидів в атмосферу;
- впровадження у виробництво маловідходних та безвідходних технологій;
- переробка сировини, утилізація відходів та їх використання як вторинної сировини;
- розробка нових альтернативних («екологічних») систем транспорту, енергетики, водопостачання, зв'язку;
- впровадження в практику нових методів інженерної підготовки території (включаючи іригацію, меліорацію).

В ЕМС враховують вплив загальноприйнятих та регіональних схем і технологій очищення на екологічний стан певної території; особливості формування різних систем очищення в різних природно-економічних зонах і т. ін.

Очисні споруди самі по собі є джерелом забруднення навколишнього середовища, і в результаті процесів, які відбуваються в них, невпорядкованість структури містобудівельних об'єктів зростає, що є характерним для замкнутої системи. Тому важливим є впровадження маловідходних і безвідходних технологій, які, хоча і не призводять до повної ліквідації шкідливих викидів, але являють собою комплекс взаємопов'язаних заходів на всіх технологічних стадіях – від обробки сировини до використання готової продукції; забезпечують зведення до мінімуму кількості шкідливих викидів та зменшення впливу на довкілля.

Впровадження в практику нових інженерних систем з під-

вищеним ступенем «екологічності», у т. ч., «чистих» і безшумних видів транспорту, прогресивних систем водопостачання, новітніх засобів по захисту середовища від впливу електромагнітних коливань, є ефективним у разі сполучення їх з планувальними методами, що забезпечують раціональне трасування транспортних магістралей та інших інженерних комунікацій, розміщення відповідних інженерно-технічних споруд в межах певної території.

Загалом підґрунтям ЕМС є *містобудівна екологія* – комплекс містобудівних, медико-біологічних, географічних, соціально-екологічних і технічних наук, які в межах екології людини вивчають взаємодію та взаємовплив виробничої і невиробничої діяльності людей і природних процесів, що відбуваються на території міст та зон їхнього впливу (Чистякова С. Б.).

Головною метою містобудівної екології є забезпечення найсприятливіших умов для життєдіяльності людини і збереження екологічної рівноваги на тій чи іншій території при одночасному раціональному використанні матеріальних, природних, трудових та інших ресурсів, для досягнення якої передбачається вирішення завдань щодо забезпечення збереження і розвитку здоров'я людини; природного середовища; розвитку громадського виробництва і науково-технічного прогресу в цілому.

ЕМС, в свою чергу, надає рекомендації по найбільш ефективним засобам сполучення інженерно-технічної та планувальної екологічної ко-мпенсації, які можуть бути використані при проектуванні інженерно-технічних коридорів, формуванні спеціальних інфраструктурних секторів і коридорів, а також інших функціонально-планувальних елементів території в рамках районного планування.

Досягнення ЕМС широко використовуються в проектуванні нових міст, або реконструкції існуючих.



### ***Контрольні питання***

1. Що виступає концептуальною основою екології міських систем?
2. У чому полягає сутність територіально-планувальних основ

ЕМС?

3. У чому полягає сутність географічних основ ЕМС?
4. У чому полягає сутність біологічних основ ЕМС?
5. У чому полягає сутність гігієнічних основ ЕМС?
6. У чому полягає сутність естетичних основ ЕМС?
7. У чому полягає сутність інженерно-геологічних основ ЕМС?
8. У чому полягає сутність інженерно-технічних основ ЕМС?
9. Зазначте напрями екологічної компенсації порушеного природного середовища.
10. Чому при плануванні населених місць розглядають не лише архітектурні, а й екологічні аспекти?



### *Література*

1. Даценко І. І. Гігієна і екологія людини : навч. посіб. / І. І. Даценко. – Львів : Афіша, 2000. – 248 с.
2. Касимов Н. С. Экология города : уч. пос. / Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин ; под общ. ред. Н. С. Касимова. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.
3. Коммунальная гигиена : учебн. [Е. И. Гончарук, В. Г. Бардов, С. И. Гаркавый и др. ; под ред. Е. И. Гончарук]. – К. : Здоров'я, 2006. – 792 с.
4. Кучерявый В. П. Урбоскология / В. П. Кучерявый – Львів : Світ, 1999. – 346 с.
5. Шандала М. Г. Окружающая среда и здоровье населения / М. Г. Шандала, Я. И. Звоняцкий // – К. : Здоров'я, 1988. – 149 с. – С. 1-90.
6. Экология города : уч. пос. / [В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова и др. ; под. ред. В. В. Денисова]. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : издат. центр «МарТ», 2008. – 832 с. (Серия «Учебный курс»).
7. Экология города : учебн. / под ред. Ф. В. Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.

## РОЗДІЛ 2 МІСТО І МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ

---

У XX столітті Земля стала «планетою великих міст». На початку XIX століття в містах жило 3 % землян, на початку XX – близько 15 %. Згідно оцінкам демографів ООН, на рубежі XX і XXI сторіч міське населення зрівнялося за чисельністю з сільським, що слід охарактеризувати як переломний етап в розвитку сучасної цивілізації. Протистояння «міста і села», що триває багато сторіч, формально закінчилося: перші, поглинаючи другі, стрімко перетворюються на глобальні «надміста».

Вивчаючи містобудівельну діяльність людства, можна спостерігати за тим, як будувалися і розвивалися міста за різних соціально-економічних формацій, розкривалися особливості містобудівного мистецтва. Розвиток міст, їх історія, умови життя в містах, відмінності міського і сільського способу життя завжди цікавили учених. Наразі планування і будівництво міст цікавить не тільки, і не стільки архітекторів і будівельників, а у першу чергу, екологів, оскільки на передній план виступає проблема оптимізації природного середовища, що викликана істотним порушенням екологічної рівноваги між природним та міськими ландшафтами.

Разом з тим, інтенсифікація громадського виробництва в сучасних умовах не тільки збільшує вплив людини на природне середовище, але й створює в крупних містах необхідні соціальні, культурні, наукові передумови для запобігання його погіршенню, а в багатьох випадках супроводжується й глибокими позитивними перетвореннями природи, збагаченням природного середовища (наприклад, міста в районах з суворими природними умовами стають інтразональними ареалами, які дуже контрастують зі своїм оточенням).

### **2.1. Урбанізація. Історія і перспективи**

*Урбанізація природи* (І. І. Дедю) – перетворення природних ландшафтів в штучні під впливом міської забудови. Процес урбанізації неминуче супроводжується майже повним вилученням даної території з тієї, що раніше була зайнята природними екосистемами.

Виникнення і постійне збільшення площі й чисельності населення міст, набуття сільськими поселеннями міських ознак, підвищення ролі міст у соціально-економічному розвитку суспільства, формування міського населення, що веде специфічний спосіб життя, а також «міських» популяцій рослин і тварин становить сутність процесу, що називається *урбанізацією* (від латинського слова *urbanus* – міський). В поняття урбанізації входить і процес формування міських ландшафтів як особливої сфери організації поверхні Землі в межах міст і міських агломерацій. Процес урбанізації носить глобальний характер і є істотним чинником перетворення географічної оболонки Землі.

Урбанізація має як соціально-економічне, так і біологічне коріння. Серед причин, що викликали зростання міст і їх ролі у світовому й національному господарствах, виділяють:

- нагромадження й розподіл природних і людських ресурсів;
- концентрація виробництва;
- найбільше задоволення різноманітних суспільних і індивідуальних потреб людини – біологічних, психологічних, етнічних, трудових, економічних, соціальних.

В процесі урбанізації відбуваються істотні зміни як біологічних і соціальних характеристик людини, так і середовища її існування. Проте, незважаючи на складні екологічні умови, в яких перебуває сучасне місто, його привабливість не зменшується. Кількість міського населення на планеті з кожним роком зростає. Сучасні великі міста – одна з характерних особливостей прогресу людства.

Процес формування міст умовно поділяють на три стадії. На *першій* стадії урбанізації, що тривала до XVI-XVII ст., місто мало чим відрізнялося від села, яке було відгороджене від полів земляним валом або частоколом, мало постійну забудову, спільні місця поховання і звалищ. В селі вже були ритуальні будівлі, які виділялися серед примітивної забудови. Раннє місто, як і село, використовувало, в основному органічні джерела енергії – рослинні і тваринні, місцеві джерела харчування й води, енергію водяних і вітряних млинів, коней та інших свійських тварин, у виробництві переважала ручна праця. Як для однієї, так і для іншої форми розселення були характерними тривалий обробіток землі, використання як добрив тваринних екскрементів.

Цей період розвитку поселень відрізняється низькою концентрацією неорганічних відходів – скляних і металевих, а також відсутністю забруднення повітря. Відходи, що надходили у навколишнє середовище, являли собою в основному продукти життєдіяльності людей і свійської худоби. Екологічні проблеми древніх міст були пов'язані із забрудненням цими відходами джерел водопостачання і, як наслідок, – періодичними спалахами інфекційних захворювань.

Розмір міста і кількість його населення на першій стадії урбанізації залежали від площі і продуктивності сільськогосподарських земель. Природно-територіальні комплекси, що оточували місто, знаходилися в рівновазі і взаємозв'язку.

*Друга* стадія урбанізації пов'язана з подальшим економічним розвитком, яке характеризується інтенсивним використанням сільських природних і трудових ресурсів. Ця стадія збіглася з розвитком сухопутного й водного транспорту, будівництвом доріг, відкриттям можливостей використання теплової енергії для транспортних засобів і з виробничою метою. У XVIII ст. відмічається велике зростання кількості міст і чисельності їхнього населення – переробка сільськогосподарської сировини, а також гірничі розробки і виплавка металів вимагали залучення значної кількості населення, що зумовило масове переселення сільських жителів у міста.

Друга стадія урбанізації відрізняється лише деякою перевагою міста над сільськогосподарським оточенням. На цій стадії рівень впливу промислової складової міста на навколишнє природне середовище не перевищував меж його здатності до самоочищення.

Початок *третьої стадії* урбанізації припадає на XIX ст. і пов'язаний із науково-технічною революцією, що ознаменувалася різким збільшенням впливу на природне середовище. Ця стадія урбанізації відрізняється стійким переважанням урбанізованого середовища над природними ландшафтами і трансформацією невеликих урбанізованих територій у великі. На даній стадії природне середовище міста якісно змінюється, зумовлюючи негативні екологічні і соціальні наслідки. На території міста утворюються значні площі штучної підстилаючої поверхні, змінюється ґрунтовий покрив. Нові джерела енергії; небачене раніше про-

мислове виробництво, зокрема сталеливарне, коксівне, хімічне; автомобільний транспорт викидають в повітря і воду відходи, які не можуть переробити природні саморегулюючі екосистеми.

Надалі міста розростаються у бік передмістя і витісняють природні ландшафти. Протягом тривалого історичного періоду довкола щільного міського центру формуються концентричні урбанізовані смуги, які мають різну щільність забудови. Якщо площа середньовічного міста складала сотні гектарів, а іноді і менше, то сучасне місто охоплює величезні території, які досягають сотень квадратних кілометрів.

До 1900 р. першою урбанізованою країною в сучасному розумінні стала Великобританія, а до другої половини ХХ ст. практично всі індустріальні країни перетворилися в урбанізовані. Загальна площа урбанізованої території Землі склала в 1980 році 4,69 млн. км<sup>2</sup>. Очікується, що у 2070 р. вона досягне 19 млн. км<sup>2</sup>, тобто 12,8 % усієї території суші і більше 20 % території, що придатна для життя.

Демографічний вибух у ХХ ст. супроводжувався інтенсивним збільшенням чисельності міського населення. Ця тенденція прогнозується й у столітті, що наступило. До 2030 р. практично все населення світу житиме в поселеннях міського типу.

У ХХ ст. максимальна середня щільність населення відмічалася у Барселоні – найбільш густонаселеному місті Європи – 70 тис. чол. на 1 км<sup>2</sup>, в Парижі вона досягла 20 тис. чол. на 1 км<sup>2</sup>. Проте абсолютна максимальна щільність населення через скупченість значно вища: в Калькутті вона досягає 24,3 тис. чоловік на 1 км<sup>2</sup>; у найбільш населених районах Парижу цей показник складає 21 тис. чол. на 1 км<sup>2</sup>, що в 35 разів вище за середню щільність міського населення і в 650 разів вище за середню щільність сільського населення Франції.

Прискорений темп урбанізації на сучасному етапі пов'язаний з подальшим розширенням енергетичних потреб суспільства, появою й розвитком нових типів транспорту, збільшенням системи комунальних послуг, високим рівнем комфорту життя, інтелектуальним спілкуванням тощо.

Проте, процес урбанізації протікає досить нерівномірно. Інтенсивність урбанізації в різних країнах істотно залежить від рівня економічного розвитку. У країнах, що індустріально най-

менш розвинені, рівень урбанізації ледь досягає 10 %, а в найбільш розвинених становить 60-70 %. Причому в більшості економічно розвинених країн, де урбанізація досягла достатньо високого рівня, цей процес контролюється, і частка міського населення не збільшується, а навіть трохи зменшується.

Урбанізація продовжує рости углиб, набуваючи нових форм. Ступінь урбанізації країн, що розвиваються, буде наближатися до рівня розвинених у промисловому відношенні держав. Це перший великий резерв росту урбанізації. Другий резерв – це подальший зростання міст промислово розвинених країн.

Разом з тим, лише зростання кількості міст та загальна чисельність міського населення у тій чи іншій країні не можуть вважатися істинними показниками урбанізації. Так, у країнах Азії, Африки, Латинської Америки спостерігається явище так званої хибної урбанізації: частка міського населення швидко росте, але рівень урбанізації не збільшується, оскільки мігранти із сільської місцевості довго зберігають колишній уклад життя.

Незважаючи на швидке зростання міст, значна частина населення світу проживає в сільській місцевості. Сільське населення переважає в таких країнах, як Бангладеш (понад 70 %), Індія, Пакистан, Індонезія, Китай. У більшості країн Африки воно становить близько 80 % усього населення.

Сільське населення більш пов'язане з природними умовами, тому його розселення краще висвітлює характер природокористування. Розрізняють дві основні форми сільського розселення: групову різних видів і розкидану (дисперсну). *Групові* форми розселення переважають в Україні, Росії, Європі, Японії, Китаї, та в більшості країн, що розвиваються. *Розкидана* форма розселення (фермерський тип) переважає в таких розвинених країнах, як США, Канада, Австралія.

Разом з тим у багатьох країнах серед найбільш заможних верств населення спостерігається стійка тенденція селитися далеко за межами міста, у приміській зоні, на сприятливих в екологічному відношенні територіях, використовуючи місто, як місце працевлаштування. Така форма розселення є *мішаною*.

Міська організація людства є наслідком його соціальної організації, економічних умов і наявної системи цінностей. Як атрибуту двох різних соціальних груп міський і сільський способи



життя відрізняються один від одного. Кожен з них має свої переваги й недоліки. Так, «середньостатистичний» житель міста в порівнянні з «середньостатистичним» жителем сільської місцевості має більш широкий вибір товарів і послуг, які він споживає, не виходячи за межі свого населеного пункту; можливість отримати гарну освіту й професійно реалізувати себе; доступ до культурних цінностей та інформаційних ресурсів. Рівень професійної спеціалізації індивідуумів також вище в містах. Городяни набагато частіше користуються громадським і особистим транспортом для переміщення усередині свого населеного пункту та його за межі. Місця проживання й роботи городянина, як правило, просторово роз'єднані, у той час як садиба й земельна ділянка сільського жителя (ферма) є і місцем проживання і головною виробничою одиницею в сільській місцевості. Виключення становлять колективні сільськогосподарські підприємства, які усе ще домінують у сільському господарстві України, деяких країнах Європи і Східної Азії. Середні рівні енерго- і водоспоживання городян значно вищі, ніж жителів сільської місцевості.

Розповсюджена в Україні і ряді країн Східної Європи практика індивідуальних ділянок як у міській межі, так і за її межами, так само як і літні будинки міських жителів Західної Європи в сільській місцевості, скоріше закріплюють міський спосіб життя, ніж є поверненням до традиційно сільського укладу. Потреби у відпочинку й відновленні сил городян задовольняються в основному на спеціально обладнаних для цього територіях – парках, садах, лісопарках, спортивних майданчиках і комплексах.

Відпочинок, як проведення часу «без мети», є ознакою міського устрою, тоді як для сільського жителя відпочинок є свого роду зміною виду активності. Туризм і спорт, як види активного відпочинку, можуть також розглядатися як породження міського устрою.

Американський географ Т. Хартсхорн, характеризуючи міський спосіб життя, відзначає більш високі темпи і ступінь організованості міського життя, більш жорстке планування діяльності, вимоги більшої визначеності і пунктуальності в порівнянні з більш розміреним, «невизначеним» і менш «жорстким» сільським устроєм. В цілому сільське життя проходить в рамках общини (*community*), тоді як міський устрій характеризується

життям в суспільстві (*society*). Тому *міським* вважається населення, що веде особливий – міський – спосіб життя.

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

Розрізняють такі умовні рівні урбанізації:

- низький рівень – менше 20 %;
- середній рівень – від 20 % до 50 %;
- високий рівень – від 50 % до 72 %;
- дуже високий рівень – понад 72 %.

Нині найбільш урбанізованими (не враховуючи такі містадержави, як Сінгапур і Гонконг) є Велика Британія (92 % населення проживає в містах), Кувейт (91 %), Ізраїль (90 %), Австралія (85 %), Швеція (83 %). Найменші показники урбанізації (7-10 %) характерні для країн, що розвиваються, Африки й Південної Азії. В Україні показник урбанізації становить близько 67 %, тобто кожен два жителі з трьох проживають в містах. Розходження рівнів урбанізації простежуються й по континентах у цілому (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

### Відсоток міського населення в регіонах світу

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

У ряді розвинених країн, де частка міського населення досягає 80-90 %, екстенсивне зростання міст практично припинилося, а список найбільших міських агломерацій сьогодні складається на дві третини з міст Азії, Африки і Латинської Америки, що бурхливо ростуть.

Через наростаючий дискомфорт в природній і соціальній сферах у ряді міст спостерігається процес *деурбанізації*, що виражається в скороченні чисельності міського населення – спостеріга-

ється деякий відтік населення з міст у приміську зону, де краща екологічна ситуація та умови життя. Втім, деурбанізація може відбуватися і внаслідок істотного зниження промислового потенціалу міста або зміни структури виробництва.

Певною мірою процеси деурбанізації мають місце у ряді регіонів України, де зниження об'ємів виробництва, перш за все у важкій і військовій промисловості, призвело до значного скорочення зайнятості і, як наслідок, – до відтоку населення в сільську місцевість або в інші, більш благополучні в економічному відношенні, регіони і країни.

Більшість демографічних прогнозів передбачає, що у XXI ст. зростання населення сповільниться і чисельність землян стабілізується у XXI або у XXII ст. на рівні від 8-14 млрд. Головні причини обмеження сучасної урбанізації такі:

- нестримна урбанізація XX ст. – результат соціально-економічного розвитку, науково-технічного прогресу, індустріалізації і «зеленої революції»;
- перешкоди для екстенсивного зростання міст – нестача природних ресурсів і обмежена ємкість навколишнього середовища, обмежені можливості міської інфраструктури, соціальні проблеми, адміністративні межі;
- причини можливої трансформації міської агломерації – зміна демографічних тенденцій, формування постіндустріального інформаційного суспільства, науково-технічний прогрес, розвиток аграрного сектора і природного комплексу.

Вивчення містобудування різних періодів (рабовласницького і феодального ладу, епохи капіталізму і соціалізму) дає можливість відтворити загальну картину урбогенного генезису природних ландшафтів. Зароджуючись в глибині феодального міста, урбанізація найбільшого розвитку досягла в капіталістичний період, руйнуючи і забруднюючи природне середовище. Соціалістичне місто також не усунуло суперечності між людиною і природою, хоча багато зробило для створення систем озеленення і розвитку садово-паркового будівництва у країнах Східної Європи.

Урбанізація має свої позитивні риси, проте поряд з багатьма соціально-економічними проблемами вона створила комплекс екологічних, які загрожують в деяких випадках здоров'ю і на-

віль існуванню міського населення. Ці проблеми можна згрупувати по елементах природного середовища:

- чисте повітря – забруднене повітря;
- чиста вода – забруднена вода;
- акустичний оптимум – акустичний максимум;
- сприятливий клімат – кліматичний дискомфорт;
- озеленені території – не озеленена забудова;
- доглянутий ландшафт – деградований ландшафт.

Урбанізація – об’єктивний процес, обумовлений потребами суспільства, виробництва, характером суспільного устрою. Проте зростання міського населення, особливо в останні десятиріччя, виявилось настільки стрімким, що навколишнє середовище багатьох міст світу вже не в змозі задовольнити численні біологічні і соціальні потреби сучасної людини. Крупне місто змінює майже всі компоненти природного середовища – атмосферу, рослинність, ґрунти, рельєф, мережу гідрографії, підземні води і навіть клімат.

Урбанізація є могутнім екологічним чинником, перетворення ландшафту, земельних і водних ресурсів, що супроводжується, масовим виробництвом відходів, які надходять в атмосферу, водні і наземні екосистеми. Вона поставила перед людством ряд екологічних проблем, серед яких найгострішими є зростаюча уразливість міських систем, низька якість середовища існування, накопичення та видалення відходів і, як наслідок – міграція, концентрація і диференціація населення.

## **2.2. Переваги міського життя**

Сучасне місто забезпечує для більшості проживаючих тут і в передмісті людей обширні і різноманітні можливості. Місто надає можливості для отримання освіти і перекваліфікації, причому чим більше чисельність населення міста, тим, як правило, більшу кількість учбових закладів різного профілю і рівня воно має. Городяни мають більшу можливість працевлаштування, і отримання тим самим коштів для існування. В місті забезпечений необхідний рівень медичної допомоги, і особливо екстренної, як в умовах поліклінічного обслуговування, так і в стаціонарі. В місті розвинута система постачання і торгівлі необхідними для населення продуктами харчування і товарами.

Жителі сільської місцевості доставляють надлишки своєї продукції в місто, де сумарна купівельна спроможність населення незрівнянно вище, ніж в місцях їх проживання. Городянин має більш широкий вибір товарів і послуг, які він споживає, не виходячи за межі свого населеного пункту.

Житловий фонд міста в основній масі відрізняється високим рівнем благоустрою. Більшість житлових будинків і громадських закладів має централізоване тепло-, водо- і газопостачання. Жителям міста самим практично не доводиться піклуватися про видалення відходів життєдіяльності. В містах розвинена мережа громадського транспорту. Багатофункціональна система побутового обслуговування полегшує городянам вирішення багатьох проблем повсякденного життя.

Система організації і розподілу праці, благоустроєний житловий фонд, розвинена інфраструктура сприяють тому, що у городян вивільняється певний резерв вільного часу, який можна використовувати для підвищення свого освітнього, професійного і культурного рівня. Місто надає для цього досить широкі можливості. Тут зосереджений великий бібліотечний фонд як художньої, так і технічної літератури. Доступ до культурних цінностей та інформаційних ресурсів сприяє підвищенню інтелектуального розвитку і професійних знань жителів міста. Театри, клуби, концертні зали й інші подібні заклади забезпечують городянам дозвілля високого культурного рівня. Розташовані в місті музеї є цінним, а у багатьох випадках унікальним джерелом задоволення естетичних і пізнавальних потреб людей. У ряді міст збереглися пам'ятники історії, культури і архітектури, ведуться розкопки стародавніх поселень, які привертають увагу туристів.

Місто надає своїм жителям можливості для занять спортом, й ін. форми самовираження особистості. Зони відпочинку і рекреаційні об'єкти створюють передумови для оздоровчого проведення дозвілля і неформального спілкування городян.

Широкі можливості для працевлаштування, більш забезпечені умови існування, комфортність житла, наявність вільного часу і можливість використання його не тільки для відпочинку, а й для підвищення свого інтелектуального рівня роблять життя в місті привабливим, що і зумовлює постійне зростання чисельності міського населення.

### **2.3. Місто, його ознаки**

#### ***Поняття і визначення міста***

Місто є територіально обмеженою частиною географічної оболонки, в якій поєднуються природні і штучні компоненти, населені людьми і інтенсивно змінені ними. Місто є місцем зосередження практично всіх явищ людського буття. Тут сфокусовано дію передових сил суспільства і сучасних технологій, що в сукупності визначає місто як двигун прогресу.

Міста відіграють провідну роль в економічному, політичному та культурному житті. Серед основних, найвизначних творінь людської цивілізації містам належить особливе місце. Вони є центрами культурно-побутових, інформаційно-управлінських, рекреаційних та інших зв'язків.

Перші міста на нашій планеті з'явилися більше 5 тисяч років тому (за деякими даними – понад 10 тисяч років). Виникали древні міста в основному в долинах і заплавах річок, таких як Ніл, Тибр, Євфрат, Інд, Хуанхе, найбільш сприятливих для землеробства й випасу худоби. Це були невеликі компактні поселення людей, об'єднані спільними інтересами: безпека, ремісництво, торгівля, обробка землі, скотарство, де мала місце кооперація людей, об'єднання і розподіл їх праці з метою вигоди для всіх.

Символом древнього міста була кріпосна стіна, що захищала жителів. Населення цих міст становило кілька тисяч чоловік, а їх невелика територія була оточена пасовищами. Площа оброблюваних ділянок була невеликою, територія, що оточувала поселення, була мозаїкою перетворених і природних ландшафтів, які мали дуже високий екологічний потенціал (рис. 2.1).



**Рис. 2.1. Місто-фортеця**

Поліпшені умови життя у цих поселеннях, більша безпека, можливість спілкування між людьми поступово активізували ріст древніх міст. Так почали виникати достатньо великі міста-держави, такі як Рим, Афіни, Спарта й деякі інші. Ці міста дали людській цивілізації фундаментальні основи державного устрою і юриспруденції, культури і мистецтва, військової майстерності й виховання молоді.

Однак, це ще не були міста в сучасному розумінні, оскільки являли собою просто великі сільські поселення з окремими великими будовами, хоча умови життя в них, зокрема для еліти, за рівнем зручностей були досить комфортними. Міські поселення, що виникли спочатку в цілях оборони від нападу агресивних сусідів, поступово трансформувалися в центри промисловості, науки і культури. Створювалася міська інфраструктура, більш сприятливими ставали умови проживання. Надійність і краща якість життя сприяли переселенню людей з сільської місцевості у міста (рис. 2.2).



*Рис. 2.2. Сучасне місто*

Виняткова складність міста як явища не дозволяє сформулювати для нього лаконічне і в той же час ємке визначення. За допомогою коротких визначень можна розкрити лише окремі, найзагальніші риси міста.

Існує декілька підходів до визначення поняття міста, в яких воно розглядається з різних точок зору. Більшість дослідників сходиться на думці, що містом є поселення, яке за своїми функціональними ознаками відмінне від сільської місцевості. В науковій літературі існує безліч визначень поняття «місто» однак

однозначного підходу до трактування цього терміну немає, що зумовлено великою кількістю різних характерних ознак міста та ступенем висвітлення їхніх особливостей.

Історично місто, як форма поселення, виникло внаслідок суспільного розподілу праці, тобто відокремлення ремесла від сільського господарства і зосередження обміну в руках певної громадської групи. Воно відрізняється від села високим ступенем різноманітності та інтеграції трудової діяльності (виробничої і невиробничої). Тут концентрується багато галузей народного господарства – промисловість, наука, культура, що зробило місто центром науково-технічного і соціального прогресу. Усе це у поєднанні з розвинутою соціальною та інженерною інфраструктурою зумовило формування у містах специфічного міського способу життя, який у процесі урбанізації поширюється на все більшу кількість поселень, у тому числі сільських.

Поняття «місто» має ряд визначень. За Р. Мерфі, територію із суцільною забудовою, що включає юридичне місто і примикаючу до нього зовнішню зону, називають «реальним містом», «містом із цегли і цементу», «фізичним містом» або «географічним містом». За Г. Н. Озеровою і В. В. Покшишевським, місто – це крупний населений пункт, що виконує промислові, організаційно-господарські, управлінські, культурні, транспортні й інші функції; відповідно, більша частина його населення зайнята поза сільським господарством.

Географ Г. М. Лаппо підходить до вирішення проблеми визначення міста через характеристику його властивостей і особливостей. Однією з фундаментальних ознак міста він вважає урбаністичну концентрацію, тобто зосередження великого числа видів діяльності численного населення на обмеженій території.

За В. Ф. Стольбергом, «*місто* – це місце компактного поселення людей, відгороджене умовною межею від «зовнішнього» по відношенню до нього простору. Сучасне місто – це досить великий населений пункт, жителі якого в основному зайняті у сферах промисловості, послуг, керування, науки, культури тощо».

Український Радянський Енциклопедичний Словник (1967) дає таке визначення: «Місто – великий населений пункт, жителі якого головним чином зайняті в промисловості, торгівлі, в адміністративних установах тощо. Кількість населення в місті по-



винна бути не менше 1000, з яких не більше 25 % зайнято у сільському господарстві».

Однією з глобальних тенденцій сучасності було і продовжує залишатися прискорене зростання великих і крупних міст. Збільшення міського населення і особливо населення великих міст надзвичайно посилилося в ХХ ст. і набагато перевищувало загальне зростання населення земної кулі. Уявлення про велике місто не залишалося сталим в ході історії. До ХІХ ст. до таких міст відносилися населені пункти чисельністю більше 100 тис. чоловік. Траплялося, що столиці величезних імперій за часів свого успішного розквіту досягали 500 тис. і навіть понад один млн. жителів: наприклад, Рим, Константинополь, Багдад, Пекін. До ХХ ст. у світі міст подібних величин були одиниці.

Бурхливе зростання великих міст в ХІХ ст. у зв'язку з активними процесами індустріалізації об'єктивно зумовило появу особливої категорії міських поселень – міст-мільйонерів – до неї входили всі населені пункти чисельністю більше 1 млн. чоловік. В цей період процес концентрації урбаністичного розвитку на певній території залежав від наявності природних ресурсів – мінеральної сировини, зручних водних артерій, залізниць, що забезпечували промислове виробництво і транспортування промислових товарів.

У ХХ ст., особливо в другій його половині, відбувається безпрецедентне зростання міст-гігантів. Пік розвитку мега-міст світу припадає на всю другу половину ХХ ст. До цієї категорії міст завжди входили найбільші міста: спочатку міста-мільйонери з населенням від 1,0 до 2,0 млн. чоловік, а потім, у міру розростання міст в міську агломерацію, критерії, відповідно до яких місто набувало статусу мега-міста, збільшували до 4, 8, 10 млн. чоловік і більше. З 1990 р. в довідниках ООН регулярно публікуються дані про міську агломерацію з населенням більше 8-ми і 10-ти млн. жителів. З 1950 по 1980 рр. кількість міст-мільйонерів в світі зросла майже втричі – з 78 до 222, у 2010 р. їх стало 511 одиниць, а до 2025 р. число досягне 639. Найбільшим містом світу є Шанхай, чисельність населення якого (разом з сільськими передмістями) становить 24 млн. 150 тис. жителів.

Поблизу багатьох великих міст, зокрема промислових, виникають міста-супутники. Особливістю сучасного етапу урбані-

зації є укрупнення міст, злиття близько розташованих міст і селищ, міст і міст-супутників у єдиний гігантський міський комплекс – міську агломерацію – просторово і функціонально єдине угруповання поселень міського типу (включаючи передмістя), що складає спільну соціально-економічну і екологічну систему.

*Міська агломерація* – це система поселень, що розміщені на певній території і об'єднані між собою політичними, трудовими, культурно-побутовими, виробничими, організаційно-господарськими, адміністративно-управлінськими та іншими зв'язками. Агломерація в межах країни або регіону характеризується функціональними зв'язками, що сформувалися в результаті виробничої діяльності і виробничих відносин. При цьому розрізняють конурбацію і мегалополіс.

*Конурбація* – група близько розташованих і економічно зв'язаних між собою міст. Прикладами конурбацій є Великий Лондон, Великий Нью-Йорк, Велика Москва. В Україні подібні міські об'єднання сформувалися в Донбасі: Горлівка – Донецьк – Макіївка, Краматорськ – Константинівка – Слов'янськ та ін.

У найбільш розвинених країнах в результаті розростання міської агломерації з'явилися гіперурбанізовані райони – мегалополіси.

*Мегалополіс* – дуже крупна міська агломерація, що включає численні житлові поселення. Чисельність населення мегалополісу значно перевищує один мільйон чоловік.

Так, на території США розташовані три найбільших мегалополіси. На північному сході країни в результаті злиття агломерацій Бостону, Нью-Йорку, Філадельфії, Балтімору і Вашингтону утворився найбільший мегалополіс з населенням 40 млн. чоловік, що займає 150 тис. км<sup>2</sup>. Інший мегалополіс (30 млн. жителів) сформувався на південному узбережжі Великих озер (Чикаго, Детройт, Клівленд, Пітсбург). Мегалополіс Південної Каліфорнії (Лос-Анджелес, Сан-Дієго) концентрує більше 11 млн. чоловік.

В Західній Європі виділяються так звані «дельта-поліси» у трикутнику Амстердам – Брюссель – Кельн із чисельністю населення близько 50 млн. чоловік; група «Мідлендс» у Великій Британії (Ліверпуль, Манчестер, Лідс-Бредфорд, Бірмінгем) і Рейнсько-Рурський район (Кельн, Дюсельдорф, Рурський басейн), що налічує більше 10 млн. жителів.

Зростання агломерацій характерне і для багатьох країн, що розвиваються. Дуже швидко ростуть агломерації Буенос-Айресу, Сан-Паулу, Ріо-де-Жанейро, Мехіко, Каракасу, Боготи, Сантьяго в Латинській Америці; Калькутти, Мумбаю, Сінгапура, Гонконга, Джакарти, Стамбулу в Азії; Каїру і Касабланки в Африці.

### ***Критерії виділення міст***

Єдиної для всіх країн світу методики виділення міст не існує, хоча Європейська конференція по статистиці, що проходила під егідою ООН у Празі (1949 р.), рекомендувала вважати містом компактне поселення з мінімальною чисельністю населення у дві тисячі. Тим часом містами часто називають і поселення з меншим, ніж порогове значення, числом жителів. Як правило, це пов'язано із збереженням історичного статусу міста. Компактне поселення чисельністю більше 10 тис. чоловік автоматично вважається містом.

Будь-якого універсального критерію або сукупності критеріїв, що дозволяють віднести те або інше поселення до міста, не існує. У різних країнах історично склалися неоднакові підходи до визначення мінімальної чисельності жителів міського поселення – від декількох сотень до декількох тисяч. Проте, показник чисельності населення міст широко використовується у багатьох країнах, як класифікуюча ознака. Наприклад, в Данії, де населений пункт, в якому проживає більше 250 жителів, вважається містом. Разом з тим, у Японії містом є населений пункт із чисельністю жителів у 50 тисяч.

У різних країнах існує різний формальний та неформальний поділ на села та міста, а також поділ міст за величиною. Категорія міста привласнюється населеному пункту відповідно до діючого національного законодавства (табл. 2.2).

Одним з найпоширеніших підходів при виділенні міст серед інших населених пунктів є *формальний*, при якому головним критерієм є чисельність населення. Вона впливає на розмір території, планувальну структуру, кількість та якість установ побутового обслуговування населення, розвиток транспортної мережі, інженерного обладнання тощо.

На території України всі населені пункти підрозділяють на *дві категорії*: міста і селища міського типу (неформально – містечка) та сільські населені пункти (селища, дачні поселення, хутори).

Таблиця 2.2

### Критерії чисельності населення для виділення міст в різних країнах світу

Країни	Мінімальна чисельність населення, прийнята для визначення статусу міста, чоловік	Додаткові критерії
Данія	250	
Ісландія	300	
Канада, Шотландія, Малайзія	1000	
Ірландія	1500	
Аргентина, Португалія, Франція, Німеччина, Чехія, Словаччина	2000	
США, Таїланд	2500	
Південна Корея	4000	
Індія, Туреччина, Грузія, Туркменістан	5000	Менше 25 % населення міста в Грузії і 33 % в Туркменістані зайняті в сільському господарстві
Україна, Молдова, Греція, Іспанія	10 000	Менше 50 % населення міста в Україні і Молдові зайнято в сільському господарстві
Російська Федерація	12 000	Менше 15 % населення міста зайнято в сільському господарстві
Ізраїль, Болівія, Бразилія, Коста-Ріка, Еквадор, Гондурас, Нікарагуа	Кількісний критерій не застосовується	Містом вважається центр несільськогосподарського виробництва і послуг
Англія й Уельс, Болгарія, Норвегія, Польща, Румунія, Угорщина, Фінляндія, Швеція, Нова Зеландія, Японія, Парагвай	Статус міста визначається законодавчо	У Фінляндії менше 50 % населення міста зайнято в сільському господарстві

Для визнання населеного пункту містом потрібні дві умови:

- чисельність населення, що постійно проживає в даному населеному пункті, не менше 10 тис. людей;
- соціальний склад – не менше 75 % проживаючих повинні складати робітники і службовці.

В ін. випадках населений пункт визнається сільським (якщо більшість його жителів займається сільським господарством), або робочим селищем (якщо більшість його жителів зайнята у промисловості або на транспорті), дачним селищем (якщо біль-

шість його жителів використовує даний пункт як базу для відпочинку) або курортним селищем (якщо не менше половини його жителів є такими, що приїжджають для відпочинку або лікування).

В Україні прийняті такі категорії міст за чисельністю населення:

- до 50 тис чоловік – малі;
- від 50 тис. до 100 тис. чоловік – середні;
- від 100 тис. до 250 тис. чоловік – великі;
- від 250 тис. до 500 тис. – крупні;
- від 500 тис. до 1 мільйона чоловік – найбільші;
- понад 1 мільйон чоловік – найзначніші.

В Україні, станом на 01.01.2010 р., налічувалось 459 міст, 885 селищ міського типу і 28 471 сільський населений пункт. Більшість міст України належать до категорії малих (330) і середніх (54 міста). Малі й середні міста в більшості є центрами однойменних адміністративних районів, наприклад, Скадовськ у Херсонській, Лозова у Харківській області.

В Україні налічується 21 велике місто, 16 крупних, 5 найбільших – Дніпро, Донецьк, Запоріжжя, Львів і кривий Ріг. До категорії найзначніших в Україні належать три міста: Київ (2,87 млн. чол.), Харків (1,45 млн. чол.) і Одеса (1,02 млн. чол.). Більшість (близько 63,6 %) міст має чисельність населення від 10 до 50 тис. чоловік – 292 міста (табл. 2.3). \*Кількість населення у 2015 р. наведена у тисячах осіб.

В 16-ти найбільших агломераціях України проживає близько 17 млн. чол. (37 % жителів країни).

За даними Державної служби статистики України станом на 01.01.2015 р. чисельність населення України склала 42,93 млн. чоловік, з них 29,67 – міське населення і 13,26 – сільське.

Середня щільність населення – 77,3 чол. на 1 км<sup>2</sup>. Найбільш щільно заселені індустриальні східні області (Дніпропетровська, Харківська) і прикарпатські області (Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька). Зокрема, щільність населення Львівської області – 117,8, Дніпропетровської – 107,3. Відносно рідко заселені окремі райони українських Карпат, Полісся і південних областей (у Волинській області – 51,4 чол. на 1 км<sup>2</sup>, Житомирській – 44,1, Херсонській – 39,2 чол. на 1 км<sup>2</sup>).

Таблиця 2.3

**Чисельність населення у найбільших містах України\***

Місто	1989 р.	2001 р.	2010 р.	2015 р.
<b>Київ</b>	2 587 945	2 661 327	2 797 500	2 888
Харків	1 609 959	1 470 902	1 447 070	1 453
Одеса	1 115 371	1 029 049	1 009 204	1 017
Дніпро	1 177 897	1 065 008	1 007 200	990
Донецьк	1 109 102	1 016 194	978 625	936
Запоріжжя	883 909	815 256	776 918	762
Львів	790 908	732 818	733 989	729
Кривий Ріг	769 100	712 500	669 400	648
Миколаїв	502 776	514 136	498 700	495
Маріуполь	518 933	492 176	488 939	455
Луганськ	496 813	463 097	469 368	418
Севастополь	391 080	365 466	380 725	...
Вінниця	374 304	356 665	370 300	372
Макіївка	430 201	389 589	365 536	348
Сімферополь	343 565	343 644	360 500	...
Херсон	355 379	349 700	340 200	296
Полтава	314 740	317 998	300 500	295
Чернігів	296 347	304 994	299 989	295
Черкаси	290 340	295 414	287 591	285
Житомир	292 097	284 236	271 133	270
Суми	291 264	293 141	269 918	269
Хмельницький	236 938	253 994	262 022	268
Горлівка	338 106	292 250	260 000	251
Рівне	227 925	248 813	247 870	250
Кропивницький	269 803	254 103	245 009	232
Кам'янське	281 925	255 841	244 747	241
Чернівці	256 644	240 621	243 815	264
Кременчук	236 495	234 073	229 925	225
Івано-Франківськ	214 021	218 359	220 985	229
Тернопіль	204 845	227 755	216 868	218
Біла Церква	196 878	200 131	210 029	211
Луцьк	197 724	208 816	199 721	217
Краматорськ	198 094	181 025	170 436	161
Мелітополь	173 385	160 657	158 440	157
Керч	174 365	157 007	148 888	...
Нікополь	157 608	136 280	128 017	117
Севєродонецьк	141 256	132 971	122 964	108
Слов'янськ	135 300	124 829	120 022	115
Бердянськ	132 644	121 692	117 485	115
Ужгород	117 061	117 317	117 111	116
Алчевськ	125 502	119 193	114 715	110
Павлоград	131 414	118 816	109 900	109
Євпаторія	107 792	105 915	106 995	...
Лисичанськ	126 503	115 229	106 211	102
Камянець-Подільський	96 729	99 157	102 250	102

Частіше за все із формальним поєднується *функціональний* підхід, в якому крім чисельності жителів, враховується характер їх трудової діяльності. За характером функцій, які виконує місто, виділяють населені пункти, що спеціалізуються на:

- промислового виробництва (індустріальні центри);
- транспортному обслуговуванні – портове місто, залізничний вузол (питома вага зайнятих у промисловості нижче зайнятих на транспорті);
- культурно-побутовому обслуговуванні населення – центри туризму, міста – музеї, оздоровчі центри (понад 10 % працездатного населення зайнято в охороні здоров'я);
- наукових дослідженнях (наукові центри);
- сільськогосподарському виробництві.

Більшості міст властива поліфункціональність. Хоча, переважна неаграрна приналежність міських жителів відображає швидше специфіку місцевого ринку праці, а не сутність самого поняття «місто».

Є також вузькоспеціалізовані центри: промислові (Детройт), транспортні (Суец), політико-адміністративні (Бонн, Канберра), військові бази (Гібралтар), наукові та вузівські (Кембридж, Гейдельберг, Бостон), курорти (Ніцца, Брайтон) і релігійні (Мекка, Лурд).

Функціональний характер впливає на планування міста, надає йому специфічні риси. Так, на території *промислового міста* розташована велика кількість промислових об'єктів (до 50 % території) і, як правило, залізниці, товарні станції, під'їзні шляхи, санітарно-захисні зони. В архітектурі міста переважають промислові об'єкти (Дніпро, Харків, Запоріжжя, Кривий Ріг).

*Портові міста* розташовуються на морях, великих річках. Специфіка їх полягає в тому, що план міста часто віялоподібний, де центр міста розташований, як правило, біля моря; до вантажного порту прокладена залізниця. Приклад портового міста на морі – Одеса, Севастополь, Миколаїв, на річці – Київ, Черкаси, Запоріжжя, Херсон.

Специфіка міста – *залізничного вузла*: територія розчленована залізницею; як правило, наявні декілька залізничних станцій; залізничне депо, склади. Великими залізничними вузлами України є Київ, Львів, Харків, Дніпро та ін., невеликими – Фастів,

Ковель, Козятин, Шепетівка.

*Міста-курорти* розташовуються частіше на морі, в гірський місцевості, або в інших екологічно чистих зонах. Призначення їх – лікування населення, відпочинок, туризм. Специфіка – екзотична природа, море, гори та ін. Влітку населення цих міст збільшується в декілька разів. Наприклад у м. Судак проживає 12 тис. чол. населення, а відпочиває 170 тис. чол. Характерною рисою таких міст є те, що значна територія зайнята під санаторії, будинки відпочинку, турбази; наявна велика кількість готелів, кафе, ресторанів, розважальних установ; практично відсутня велика промисловість. В архітектурі переважають унікальні, архітектурні рішення, багато зелених насаджень – Ялта, Алушта, Хмільник, Трускавець, Буковель.

*Міста-музеї* – це добре збережені старовинні міста, які цікаві з точки зору знайомства з історією країни. Специфікою таких міст є значна чисельність туристів, що зумовлює велику кількість готелів, обслуговуючих установ тощо. Нова забудова підпорядкована історичній забудові міста – Львів, Севастополь.

*Міста науки* – це новий вид міст, що виник у ХХ ст. внаслідок зростаючої ролі науки у суспільно-економічному житті міста. Специфікою таких міст є невеликі розміри, вони розташовуються в гарних природних умовах (частіше – у лісах); в міській забудові значна вага НДІ, будинків вчених, книжкових магазинів. Такими містами є Дармштадт (Німеччина), Валенсія (Іспанія).

Проміжний тип – *місто-супутник*, що виконує функції «житлової філії» поряд з великим містом, або місто, в якому має переважний розвиток один вид промисловості.

Крім чисельності і характеру трудової діяльності населення в різних країнах існує цілий ряд інших критеріїв визначення міста. До них відносять:

- щільність населення;
- щільність забудови;
- наявність багатоповерхової забудови;
- високу концентрацію установ охорони здоров'я, освіти і культури;
- статус міста, що склався історично;
- адміністративні функції;
- наявність добре вираженої приміської зони та ін. критеріїв.



Міста також розрізняють за:

- ступенем складності структури народногосподарського комплексу (монофункціональні, поліфункціональні);
- профілем їх містобудівельної бази (добувна і обробна промисловість, наукові, навчальні, культурні, рекреаційні, транспортні та ін. центри);
- історико-культурним потенціалом (місцевого, регіонального, національного, світового значення).

За адміністративно-політичним значенням виділяють міста:

- столичні;
- центри областей, країв;
- центри адміністративних районів.

### ***Властивості міста***

Вагомую характеристикою міста є його *багатофункціональність*. Ця властивість дозволяє вигідно поєднувати різноманіття форм господарської діяльності усередині міста. Місто виступає як адміністративна одиниця державного устрою з відповідними ознаками:

- *просторовими*: місто, міська агломерація, регіон, край, країна;
- *функціональними*: економіка, фінанси, торгівля, політичні структури, соціально-побутові чинники, культура, спорт і т. ін.;
- *політичними*: міські і районні консультативні ради, урядові, державні управлінські структури;
- *складом населення*: етноси та мови, релігії, соціальні класи, вік та стать.

Численні зв'язки і взаємодії об'єктів в межах міської території визначає ще одна важлива властивість міста – його *динамізм*. Цілодобова робота багатьох виробництв і систем життєзабезпечення, постійне переміщення людей безперервно трансформує функціональну структуру міста. Перепланування вулиць, прокладення нових магістралей, створення нових промислових і селітебних зон є способом адаптації планувальної структури міста до умов, що постійно змінюються.

Місто як динамічна, багатофункціональна система в процесі свого розвитку не може не контактувати із сусідніми об'єктами. З цієї причини місто не можна розглядати автономно, у відриві від прилеглої території – в міському господарстві задіяні матеріально-технічні і людські ресурси довколишнього району.

За рахунок приміських земель відбувається розширення території міста.

Взаємодія міста і навколишнього простору разом з трансформацією його галузевої і планувальної структур дозволяє говорити про таку властивість міста, як *саморозвиток*.

З часом в містах відбувається зміна архітектурних стилів, використовуються інші типи забудови, змінюється масштаб вулиць і площ. Ці процеси формують вигляд міста, яке несе в собі відбиток минулих епох, і виявляють ще одну властивість – *історичну багатощаровість*. Ця властивість міста – накопичувати в собі риси минулих часів, поціновується як туристами, які прагнуть доторкнутися до історії, так і місцевими жителями, що віддають перевагу історичній частині міста на протигагу більш комфортабельним умовам новобудов.

#### ***Істотними ознаками міста є:***

- переважання забудованої частини території над незабудованою, штучних і видозмінених природних покриттів над природними і незміненими;
- наявність і переважання багатоповерхової забудови;
- наявність підприємств промисловості і сфери послуг;
- розвинена інфраструктура;
- розвинена система громадського транспорту, наземних і підземних комунікацій;
- розвинена торгівельна мережа;
- наявність спеціально створених рекреаційних територій загального користування;
- висока щільність розміщення установ освіти, охорони здоров'я і культури;
- культові споруди однієї або декількох конфесій;
- різноманітність соціального вибору;
- наявність значної кількості періодичних видань, що розповсюджуються не лише в місті;
- наявність приміської зони – перехідної між містом і прилеглою до нього територією з переважанням сільськогосподарського виробництва (у цю зону із міста поступово переносять найбільш шкідливі виробництва);
- високий рівень забрудненості навколишнього середовища (на 1-2 порядки вище, ніж на прилеглий до міста території);

- так звані «хвороби урбанізації», у т. ч. пов'язані з швидким поширенням інфекцій при високій щільності населення та інтенсивних контактах один з одним.

Отже, місто є складним, багатофункціональним об'єктом, з численними властивостями і характеристиками, які надають йому властивості *системності*. До міста повною мірою може бути застосоване визначення «складної системи, що поширене в загальній теорії систем, як специфічно цілеспрямовано виділеної з навколишнього середовища множини та об'єднуючих її зв'язків та відношень» (Садовський В. Н.).

#### **2.4. Міське середовище**

Місто, як феномен соціально-економічної активності людини, є разом з тим й специфічним середовищем її існування. Воно включає усі зовнішні по відношенню до людини або суспільства об'єкти, що забезпечують умови її існування та здійснюють на неї певний вплив. Термін «довкілля» прийнято застосовувати лише по відношенню до людини або людського суспільства. Стосовно інших живих організмів використовуються поняття «зовнішнє середовище», «середовище існування».

*Довкілля міста* (міське середовище) – це частина географічної оболонки (середовище існування людини та усіх інших живих організмів), обмежена територією, що зайнята містом і його приміською зоною.

*Головні особливості* міського середовища, що визначають необхідність його виділення як самостійного системного об'єкта:

- різноманітність компонентів, які характеризуються різною якістю і типовістю прямих і зворотних зв'язків і взаємодій;
- відносна цілісність (функціональна та просторова);
- динамічний характер розвитку системи в цілому, що враховує у той же час наявність відносно консервативних (стабільних) в розвитку чинників і нерівномірність розвитку підсистем;
- деяка інерційність основної структури міста;
- здатність до авторегуляції.

Однією з найважливіших ознак міського середовища є територіальна неоднорідність якісного стану і рівня навантаження на навколишнє середовище в межах міста, причому різниця може досягати значних величин.

Середовище, що оточує городянина, можна поділити на власне *природне середовище* і *перетворене людиною природне середовище* (антропогенні ландшафти аж до штучного оточення людей – будівлі, асфальт доріг, штучне освітлення і т. ін., тобто до штучного середовища). В цілому ж міське середовище – це частина *техносфери*, тобто біосфери, докорінним чином перетвореної людиною в технічні і техногенні об'єкти. Таким чином, міське середовище включає в себе природні і штучні компоненти, а також людей та їх соціальні групи.

*Природні компоненти* представлені фізичними тілами і полями, що являють собою об'єкти фізичного середовища існування, та відмінними від людини живими організмами, що є об'єктами біотичного середовища існування. В свою чергу, фізичне середовище існування (абіотичне) поділяється на повітряне, водне, геологічне.

*Штучні компоненти* – це фізичні або духовні об'єкти: предмети, засоби та результати діяльності людини. Сюди відносять не лише житлові, виробничі, ділові і культурні будинки, споруди, системи комунікацій та життєзабезпечення, засоби виробництва і предмети домашнього вжитку, технічні засоби пересування, енергоносії та харчові продукти, а також відходи виробництва і життєдіяльності (об'єкти штучного техногенного середовища), та об'єкти духовно-культурного середовища – результати прояву людського духу, які виражені у матеріальній формі (книжки, витвори мистецтва, музики, скульптури, архітектури, драматургії, фото- й кінематографії тощо), так і ті, що не існують у речовинній формі (знання й ідеї).

Усі об'єкти штучного середовища людини, що існують у речовинній формі, є результатом перетворення об'єктів природного середовища і в першу чергу – географічної і геологічної складової. Тут виникають і вирішуються проблеми утилізації і реутилізації природних ресурсів, забруднення і очищення навколишнього середовища, тут відбувається і підсилюється ізоляція господарсько-виробничих циклів від природного обміну речовин (біогеохімічних циклів) і потоку енергії в природних екосистемах. Останні, в свою чергу, також взаємодіють з об'єктами штучного середовища існування людини.

Нарешті, люди, що об'єднані у статтєво-вікові, психологічні,

соціальні, професійні та етнокультурні групи, також є компонентами міського середовища і складають *соціально-психологічне* середовище існування. Населення міста формами життя і повсякденної діяльності об'єднане у певну соціально-територіальну спільність, тому місто є історично конкретною соціально-просторовою формою існування суспільства. Місто виступає як особлива соціально-територіальна форма організації суспільного виробництва, де відбуваються не тільки виробництво, але й формування самих людей та їх способу життя. Формування людини залежить від стану соціально-культурного середовища, що визначається поряд з іншими і такими чинниками, як наявність і якість житла і комунальних послуг, транспорту і зв'язку, торгівлі і громадського харчування, побутового обслуговування, охорони здоров'я, освіти, культури і т. ін.

Міське середовище поділяється на (рис. 2.3):

- фізичне (абіотичне – рельєф, клімат, водний режим і т. ін.),
- біотичне (рослинний покрив, фауна, мікроорганізми);
- штучне технічне або техногенне (забудова, інфраструктура, транспортна мережа тощо);
- штучне духовно-культурне;
- соціально-психологічне середовище (суспільна організація населення, спосіб життя, традиції і т. ін.).

Ці підсистеми тісно взаємопов'язані та знаходяться в нерозривній взаємодії, обумовленій формою громадських відносин.

Міське середовище, як складова частина навколишнього середовища є одним з матеріальних результатів діяльності людей в процесі їх взаємодії з природою. Це поняття комплексне, яке враховує не тільки зовнішнє середовище (природне), що оточує місто (водний і повітряний басейни, ґрунтово-рослинний покрив тощо), але й все, що утворює матеріальну структуру міста – починаючи з елементарних комірок внутрішнього простору будівель до величезних територій житлових, планувальних та промислових районів міста. Це поняття вміщує і різноманітні антропогенні фактори, що виникають у результаті господарської діяльності людини (шум, вібрація, загазованість тощо).

Ускладнення міського середовища призводить до змін характеристик самої людини та суспільства.

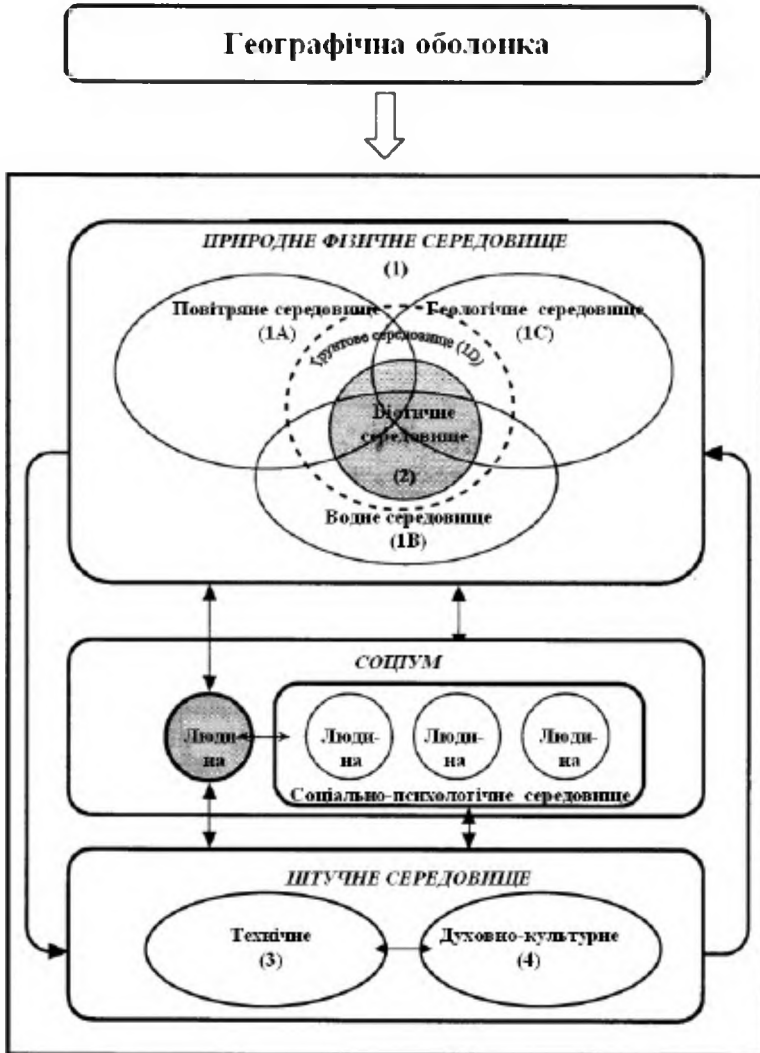


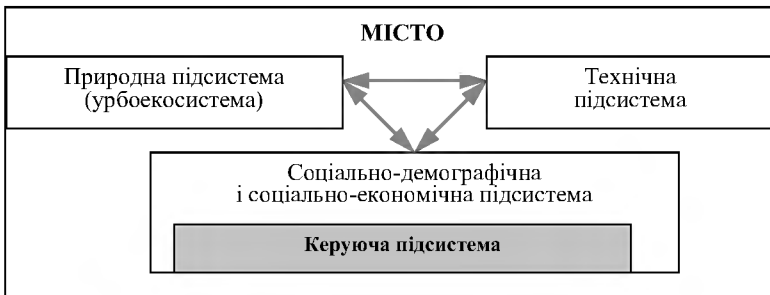
Рис. 2.3. Довкілля міста (за В. Ф. Стольбергом)

## 2.5. Місто як комплексна екосистема

Міста являють собою унікальне сполучення міського середовища та людей, що його населяють, своїм утворенням і розвитком зобов'язані соціально-економічній активності людини, во-

ни є продуктом суспільного розвитку, цивілізації, проте одночасно це і автономна екосистема або елемент глобальної екосистеми – біосфери.

Місто займає певну частину земної поверхні, має у своєму складі популяцію людини, виробничий комплекс, інфраструктуру та специфічне природне, штучне і соціально-культурне середовище існування, і таким чином представляє собою *урбогеосоціосистему* (рис. 2.4). Соціальний блок у такій системі виконує системоутворюючу та керуючу функції.



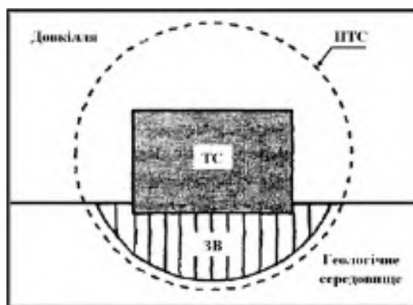
**Рис. 2.4. Місто як урбогеосоціосистема**  
(за В. Ф. Стольбергом)

Будь-яка технічна споруда, яка знаходиться на конкретній території міста, взаємодіє з компонентами навколишнього середовища. В результаті утворюється група систем, що являє собою сукупний комплекс природного середовища і технічного насичення міста, які називають природно-технічними системами.

*Природно-технічна система (ПТС)* – це сукупність природних і штучних об’єктів, яка формується в результаті будівництва та експлуатації інженерних й ін. споруд, комплексів і технічних засобів, що взаємодіють з природними об’єктами (геологічні тіла, ґрунти, рослинний покрив, рельєф, водні джерела тощо). Вони пов’язані з антропогенними ландшафтами, з їх геологічною будовою і рельєфом (рис 2.5).

Результатом урбанізації є не скупчення споруд, а виникнення урбосистеми, яка включає комплекс взаємозв’язаних антропогенних, природно-антропогенних, і природних об’єктів, що збереглися у міській межі. Природна підсистема урбосоціосисте-

ми, через яку місто «вмонтоване» у структуру біогеоценотичного покриву Землі і через яку воно зберігає зв'язок з біосферою, називається урбоекосистемою.



**Рис. 2.5. Взаємодія технічної системи із зовнішніми середовищами** (за В. А. Корольовим)

ТС – технічна система; ПТС – природно-технічна система; ЗВ – зона дії (впливи) технічної системи на геологічне середовище

*Урбоекосистема (міська екосистема)* – просторово обмежена природно-техногенна система, складний комплекс взаємозв'язаних обміном речовини і енергії автономних живих організмів, абіотичних елементів, природних і техногенних, що створюють міське середовище життя людини, яке відповідає її біологічним, психологічним, етнічним, трудовим, економічним і соціальним потребам.

Н. Ф. Реймерс підкреслює, що урбоекосистеми – «нестійка природно-антропогенна система, що складається з архітектурно-будівельних об'єктів і різко порушених природних екосистем». І якщо перші забезпечують в тій або іншій мірі комфорт життя сучасного городянина, то другі, навпаки, знижують його якість.

Урбоекосистема – це природно-територіальний комплекс (геокомплекс) зі всією його ієрархічною структурою – від ландшафту до фації, який знаходиться під безпосереднім впливом (минулим, сучасним, майбутнім) міста. Місто формується на основі природної екосистеми, яка змінюється і функціонує під впливом техногенних і соціальних факторів. До техногенних факторів належать архітектурно-планувальна організація міста, промислове виробництво транспортні потоки та ін. види госпо-



дарської діяльності. До соціальних – управління функціонуванням міського комплексу через органи влади і засоби масової інформації, демографічні процеси тощо.

Місто є природно-техногенною системою, що являє собою динамічну сукупність, складену населенням, яке проживає у ньому, його господарською діяльністю і освоєною територією. Разом з тим місто – це і природно-антропогенна система. Основними системоутворюючими чинниками (елементами системи) є людина (вона сама і усі види діяльності, що здійснюються в межах міської території) і природне середовище (рельєф, геологія, клімат, води тощо). Взаємодія цих двох чинників і створює специфічну урбоекосистему і властиве їй специфічне природно-антропогенне міське середовище. Ця екосистема розвивається і змінюється переважно в результаті управління антропогенними процесами, зміни соціально-економічних функцій, що покладаються на дане місто, і в значно меншій мірі – за рахунок саморозвитку. Природні процеси, початково властиві географічному середовищу, в якому виникло і розвивається місто, протікають на території міста під його сильним впливом.

Міста є відкритими системами, елементи яких пов'язані між собою та із зовнішнім середовищем потоками енергії, речовини й 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 лише у виробництві матеріальних і духовних благ, нової інформації, але й значної кількості твердих, рідких та газоподібних відходів, що є забруднювачами навколишнього природного середовища, та різного роду впливу, що змінюють місцевий клімат (рис. 2.6).

Міська екосистема складається з взаємозв'язаних і взаємно-проникаючих підсистем (середовищ): квазіприродної (перетвореного географічного середовища), ландшафтно-архітектурної, соціально-економічної, суспільно-виробничої. Зв'язок між ними такий великий, що практично жодна з них окремо взята не може виконувати свої функції, і в той же час відсутність однієї з підсистем спричиняє руйнування урбоекосистеми в цілому.

## 2.6. Ресурсоспоживання міст

Місто в різні часи розвивалося за рахунок розширення своєї території, досягаючи достатньо великих розмірів. Прискорення процесу урбанізації супроводжується зростанням споживання природних ресурсів, оскільки містам, що збільшуються, потрібно більше продуктів харчування, води та енергії.

Проблема сучасних великих міст посилюється через нестачу природних просторових ресурсів. Потреби сучасного міста величезні та різноманітні, і перш за все йому потрібна *територія*. Місто відбирає її у природи шляхом переулаштування природних ландшафтів, будівництва житлових масивів, прокладання вулиць та магістралей, спорудження аеропортів, вокзалів тощо. Це супроводжується вирубуванням лісів, засипанням боліт та ярів, регулюванням стоку річок, створенням водосховищ. При цьому темп розширення території міст вдвічі перевищує темп зростання їх населення. Орієнтовно площа міста із населенням один млн. чоловік становить 200 км<sup>2</sup>. Сучасне місто з мільйонним населенням і поперечником у 15 км має 30-кілометрову приміську урбанізовану зону.

Природною потребою людей є *повітря*. Великі міста споживають кисню більше, ніж продукують. Місто з населенням у один мільйон чоловік потребує приблизно 3 млн. т кисню на рік. Надходження його у атмосферу відбувається за рахунок фотосинтезу, що здійснюється фітопланктоном Світового океану й масивів лісів. Навіть при інтенсивному озелененні міської території і наявності власних водних об'єктів міські можливості відтворення кисню є значно нижчими від тієї потреби, що може бути забезпечена лише за рахунок рослинності і водної поверхні неурбанізованих просторів, загальна площа яких у 20-30 разів перевищує міську територію.

Потреба міста з населенням у один млн. чол. у *воді* у 400-500 млн. м<sup>3</sup>/рік. На території міста не може сформуватися така кількість поверхневого стоку, а запасів підземних вод, як правило, недостатньо. Місто отримує воду із річок, водосховищ і озер, водозбірний басейн яких у декілька разів перевищує його власну територію.

Мільйонне місто потребує значну кількість *їжі*. Добова потреба людини у ній становить від 1 до 2 кг. Для міста у один міль-

йон жителів потрібно щоденно завозити і виробляти на місці близько 2 тис. т продовольства, або 35 залізничних вагонів на добу. Для виробництва такої кількості їжі потрібно, залежно від якості харчування і родючості ґрунтів, в середньому 0,2 га сільськогосподарських земель на одну людину, або близько двох тис. км<sup>2</sup> для мільйона городян, що на порядок перевищує площу самого міста.

Місто потребує значної кількості *енергії*. Орієнтовно ця потреба може бути оцінена у 10 кг умовного палива на 1 людину на добу, тобто для мільйонного міста – 10 тис. т, або близько 150 вагонів щоденно. Встановлено, що зростання споживання енергії на виробничі і комунальні потреби випереджає зростання міського населення і становить 5-6 % на рік. Різкий підйом у споживанні енергії співпадає з піком урбанізації. Основні джерела енергії для міста – це теплові, атомні і гідроелектростанції. Проте ресурси не відновлюваних (вугілля, нафта, газ) і відновлюваних (вода) джерел енергії не безмежні. До кінця ХХ ст. стало очевидним, що запаси традиційних джерел енергії наближаються до вичерпування, і для виходу із неминучої глобальної енергетичної кризи людству доведеться вирішувати проблему освоєння нових видів енергії. При цьому має враховуватися досвід, який людство набуває на шляху виходу із сучасної екологічної кризи. Це означає, що пошук і розробка нових технологій отримання енергії мають проводитися із дотриманням вимог захисту навколишнього природного середовища.

Сучасне місто потребує *рекреаційних ресурсів*, тобто місць і споруд для відпочинку городян. Внутрішні рекреаційні можливості міста у вигляді приміських зелених зон, скверів, парків, водойм, становлять у різних містах (за існуючої оцінки) від 10-15 % до 50-60 % його загальної території. Однак, цієї площі вкрай недостатньо для рекреації. За сучасними уявленнями, площа рекреаційних зон має у 5-10 разів перевищувати власну територію міста.

Таким чином, територія, що забезпечує мінімально необхідні потреби мільйонного міста у повітрі – у 20 разів, а у воді, їжі і рекреації – у 10 разів, перевищує територію самого міста.

Велике місто споживає життєві ресурси, які створюються природою на величезних просторах, що в сотні і тисячі разів

перевищують площу самого міста. Задоволення потреб зростаючих міст у воді, їжі, електроенергії, рекреації та ін. ресурсах потребує якісної зміни технологій їх отримання і використання. Це стосується, у першу чергу скорочення забору води із природних джерел шляхом зниження водоспоживання виробництвом і збільшення повторного використання води, зниження питомої енергоємності в усіх сферах людської діяльності, підвищення врожайності сільськогосподарських угідь та збільшення рекультивації земель, розвиток нових форм рекреації і формування психології життя «без надлишків».

Екологічна оптимізація урбокосистем – це мінімізація негативної дії міст на довколишні території, збереження біорізноманіття, раціональне використання містами ресурсів навколишнього природного середовища. Такий напрямок технологічного і соціального розвитку суспільства диктується ресурсними обмеженнями нашої планети.



### ***Контрольні питання***

1. У чому полягає сутність урбанізації?
2. Які екологічні проблеми поставила перед людством урбанізація?
3. Якими є перспективи урбанізації?
4. Розкрийте поняття: «конурбація» та «мегалополіс».
5. Назвіть причини, що викликали ріст міст.
6. На які стадії можна поділити процес формування міст?
7. Дайте визначення поняття «місто», зазначте його істотні ознаки.
8. Перерахуйте основні властивості і особливості міста.
9. Які категорії міст за чисельністю населення прийняті в Україні?
10. Наведіть класифікацію міст за характером функцій міста.
11. Дайте визначення міського середовища.
12. Зазначте складові міського середовища.
13. Дайте визначення «урбогеосоціосистеми».
14. Назвіть складові міста як комплексної системи.

15. Охарактеризуйте основні природні ресурси, необхідні для функціонування міста.
16. Розкрийте поняття «екологічна оптимізація урбоecosystem».



### *Література*

1. Інженерна екологія : навч. посіб. Ч. 8. Міські екосистеми / Л. С. Васик, Р. Ю. Гаврилянчик, І. А. Шелудченко, та ін. ; за ред. Б. А. Шелудченко. – Кам'янець-Поділ. : ПДАТУ, 2010. – 134 с.
2. Касимов Н. С. Экология города : уч. пос. / Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин ; под общ. ред. Н. С. Касимова. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.
3. Корабльова А. І. Екологія: взаємовідносини людини і середовища : навч.-метод. вид. / А. І. Корабльова ; Ін-т проблем природокористування та екології НАН України.– Дніпропетровськ : Центр економічної освіти, 2001. – 290 с.
4. Кучерявый В. П. Урбоэкология / В. П. Кучерявый – Львів : Світ, 1999. – 346 с.
5. Моисеев Н. Н. Судьба цивилизации. Путь разума / Н. Н. Моисеев. – М. : Изд. МНЭПУ, 1998. – 226 с.
6. Реймерс Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды : словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1992. – 318 с.
7. Чисельність наявного населення України на 1 січня 2015 року [Електронний ресурс] : Статистичний збірник – К. : Державна служба статистики України, 2015. – 110 с. – Режим доступу : [http://database.ukrcensus.gov.ua/PXWeb2007/ukr/publ\\_new1/2015/zb\\_nas\\_14.pdf](http://database.ukrcensus.gov.ua/PXWeb2007/ukr/publ_new1/2015/zb_nas_14.pdf).
8. Экология города : уч. пос. / [В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова и др. ; под. ред. В. В. Денисова]. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : издат. центр «МарТ», 2008. – 832 с. (Серия «Учебный курс»).
9. Экология города : учебн. / под ред. Ф. В. Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.

## РОЗДІЛ 3

### ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ЗОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ МІСТА

---

Структура планування сучасних міст складна і багатоманітна. При плануванні міст та селищ проводиться зонування території за видами її користування. Функціональне зонування є однією з найважливіших складових містобудівного регулювання використання території. Функціональна зона розуміється як територія в певних межах з однорідним функціональним призначенням і відповідним йому регламентом використання. Функціональне призначення території розуміється як переважаючий вид діяльності (функція), для якої призначена територія.

Метою зонування території міста є її раціональне використання. Зонування міських територій направлено на забезпечення містобудівними засобами сприятливого середовища життєдіяльності населення; запобігання надмірної концентрації населення і виробництва; обмеження шкідливої дії господарської й іншої діяльності на навколишнє природне середовище, захист територій від дії надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру; запобігання забруднення навколишнього природного середовища; охорону і використання природних територій, що особливо охороняються, у т. ч. природних ландшафтів, територій історико-культурних об'єктів, а також сільськогосподарських земель і лісових угідь у межах міста.

Виділяють такі функціональні зони: селітебна (житлова), виробнича, у т. ч. промислова, санітарно-захисна, комунально-складська, зона зовнішнього транспорту, ландшафтно-рекреаційна, приміська. В історичних містах виділяється додаткова зона історичного планування та забудови, де розташовані ділянки цінного історичного середовища, пам'ятки історії, культури та архітектури тощо. Взаємне розміщення основних функціональних зон визначається комплексом територіальних обмежень, природних, санітарно-гігієнічних, економічних, функціональних характеристик та архітектурно-планувальних умов і вимог. Територіальна диференціація міста (функціональне зонування) є основним засобом планувальної організації простору міста і однією з найважливіших стадій розробки генерального плану міста.

### **3.1. Форми організації міського простору**

Внутрішня структура міської території, її складність і різноманіття є невід'ємною характеристикою крупного міста. Просторова структура разом з іншими найважливішими чинниками впливає на якість життя міського населення. Територіальна організація міста формується адміністративними методами та базується на аналітичних дослідженнях соціально-економічних зв'язків (у межах історичного часу) і соціокультурних тенденцій. Грамотний адміністративний розподіл міста дозволяє успішно вирішувати проблеми його управління. Наприклад, виділення певної території, що має культурно-історичну або природну домінанту, в самостійну одиницю – район, підвищує його привабливість для жителів і гостей, а також збільшує престиж всього міста в цілому. Всесвітньо відомі такі райони або частини міста, як Манхеттен в Нью-Йорку, Іст-Енд в Лондоні, Латинський квартал в Парижі, Китай-місто в Москві, Поділ та Китаївська Пустинь у м. Києві і т. ін.

Основними формами організації міського простору є історичне ядро міста, центральна зона, зовнішня зона (рис. 3.1).

#### ***Історичне ядро міста***

*Історичне ядро міста* – невелика за розмірами територія, яка має чітко виражені функціонально-стилістичні особливості і в якій зосереджені найбільш визначні в архітектурно-історичному відношенні споруди, об'єкти історико-культурної спадщини, адміністративний, культурний і діловий центри агломерації.

Для історичних центрів європейських столиць (наприклад, найдавнішої частини Києва – Старий Київ або Старе місто), характерні дуже щільна забудова, що складалася протягом багатьох століть; успадковане від історичного минулого радіально-кільцеве або близьке до нього планування; поступове витіснення житлової забудови будівлями урядового або ділового значення; широкий розвиток культурно-видовищних, торгівельних установ, готелів, музеїв і т. ін.

#### ***Центральна зона міста***

*Центральна зона міста* включає, крім історичного ядра, найближчу до нього інтенсивно забудовану територію, що сформувалася в європейських столицях, охоплену кільцем залізниць, вокзалів, промислових і складських територій.

Поступово ця зона істотно трансформується, але значною мірою ще зберігає старе планування, тут знаходиться багато цінних історичних споруд. У міру зростання і територіального розширення адміністративних, ділових, культурних, наукових, торговельних функцій столиць ця зона все більш перебудовується, піддається переплануванню, змінює свій вигляд і набуває функцій центру.

### ***Зовнішня зона міста***

Зовнішня зона – це територія міста без передмість, де зосереджена переважаюча частина населення (рис. 3.2).



**Рис. 3.2. План міста із зазначенням центральної і зовнішньої зони (приклад)**

Вона примикає до центру і включає групу міських мікрорайонів, що безпосередньо примикають до центру міста. Її зовнішньою межею, як правило, є внутрішньоміське автодорожнє кільце. Наразі основна частина населення столичних міст зосереджена в периферійних зонах тому зовнішня зона відрізняється щільною забудовою, високою концентрацією населення. На відміну від центральної зони, до неї включені промислові зони. У зовнішній зоні концентруються найважливіші транспортні магістралі. У міру того, як вся територія цієї зони заповнюється суцільною забудовою, її населення зростає, але потім виявляється об'єктивна тенденція до зниження його кількості і експансії (поширення) за межі міста.



Зазначені зони, не зважаючи на наявність відмінностей у планувальній структурі різних міст, є типовими і закономірними утвореннями.

Планувальна структура міста утворюється *основними елементами міста*, до яких належать:

- житлові будинки, об'єднані в житлові мікрорайони і квартали;
- будівлі адміністративно-громадських закладів, заклади і підприємства культурно-побутового обслуговування населення;
- позаквартальні зелені насадження (парки, сади, бульвари, сквери) і спортивні споруди загального користування;
- вулиці, площі, набережні, мости, тунелі;
- промислові підприємства;
- споруди зовнішнього транспорту: залізничного, водного, повітряного, автомобільного;
- комунальні підприємства і споруди: засоби міського транспорту, міського водопроводу і каналізації, електростанції і теплоцентралі;
- кладовища і крематорії;
- водойми природні й штучні;
- санітарно-захисні зони.

Для створення найбільш зручних і сприятливих в санітарно-гігієнічному відношенні умов проживання населення здійснюється *функціональне зонування міської території*, що визначає раціональне взаємне розміщення окремих елементів міста і залежить від його розміру, функціональної характеристики та природних умов. Питання нормування планувальної структури міста поділяють на загальні – стосовно до міста в цілому, і локальні – стосовно до структури кожної зони.

*Загальне завдання* формування планувальної структури становить погоджене розміщення основних функціональних частин міста – місць прикладення праці, проживання та відпочинку відносно одна до одної. Серед аспектів цього завдання виділяють:

- раціональне розміщення промисловості й місць розселення;
- зручне для жителів просторове сполучення сельбищних місць і місць масового відпочинку;
- формування системи громадських центрів, їх функціональних і структурних одиниць;
- створення системи магістральних зв'язків між зонами міста; ...

### 3.2. Селітебна зона

*Селітебна (житлова, сельбищна) зона* складає одну з основних частин планувальної структури міста (60-80 % площі території). Вона призначена для розміщення житлових районів, громадських центрів (адміністративних, культурних, наукових, учбових, медичних та ін.), зелених насаджень загального користування. Для розміщення сельбищних територій міста відводять ділянки з найбільш сприятливими природними й санітарними умовами, по можливості поблизу водойм і зелених масивів. На них заборонено будівництво промислових, транспортних й ін. підприємств, що забруднюють довкілля.

Територія селітебної зони повинна розташовуватися на ділянках з ухилом до 10 % з напрямком схилів на південний схід, південь, південний захід. Житлову зону розміщують з навітряної сторони для вітрів превалюючого напрямку, а також вище за течією річок по відношенню до промислових і сільськогосподарських підприємств із технологічними процесами, які є джерелами викидів у навколишнє середовище небезпечних для здоров'я людей речовин. В районах з протилежним напрямом панівних вітрів в літній і зимовий періоди року житлові райони розташовують ліворуч і праворуч від вказаних напрямів вітрів по відношенню до промислових підприємств.

У межах селітебних зон розміщуються переважно житлові будови, які повинні мати зручний зв'язок з місцями прикладення праці, центром міста та зонами відпочинку (рис. 3.4).



*Рис. 3.4. Житлова забудова*

До селітебної зони входять ділянки житлової забудови різних типів, громадських установ, у т. ч. науково-дослідних, проектних, навчальних та інших інститутів; установ і підприємств культурно-побутового обслуговування населення; адміністративно-управлінських, правоохоронних і органів самоврядування; громадських, політичних, релігійних, спортивних, торговельно-підприємницьких організацій тощо. В межах громадських центрів передбачають пішохідні вулиці, пов'язані із зупинками громадського транспорту. До цієї території входять також ділянки громадської забудови (окремих споруд і їх комплексів): внутрішньо-сельбищних вулично-дорожньої (транспортної) та інженерних мереж, площі, парки, сади, сквери, бульвари, ін. зелені насадження та місця загального користування.

Крім того, до селітебної території входять ділянки окремих дрібних промислових підприємств обслуговуючого характеру, комунально-складських об'єктів, окремих споруд зовнішнього транспорту, резервні території і невикористані ділянки.

Вкраплення в селітебну територію промислових підприємств зустрічається в старих містах, при здійсненні реконструкції яких підприємства з виробничим профілем, шкідливим в санітарно-гігієнічному відношенні, виносять за межі селітебної зони або ліквідують.

Зручність проживання населення в місті визначається правильним розміщенням житлових утворень стосовно природних факторів, місць прикладення праці й відпочинку. Характер і структура селітебної території знаходяться в тісній залежності від величини міста, його функціональної характеристики (промислове, курортне, місто науки тощо). Загальною основою формування просторової структури селітебної зони є східчастий принцип формування системи громадського обслуговування. Відносно нього установи розміщують відповідно до їх призначення і частоти, з якою ними користується населення, що обумовлює радіуси дії цих установі території обслуговування. Організація селітебної зони передбачає виділення компактних утворень житлової забудови, ізольованих від несприятливого впливу міського транспорту, і в той же час зручно пов'язаних з його зупинками.

Селітебні території поділяють на такі *структурні елементи*:

- планувальний район;
- житловий район;
- мікрорайон (збільшений квартал).

У найзначніших, найбільших, крупних і великих містах, територія яких розчленовується природними (водойми, яри, масиви зелені) і штучними рубежами (залізні дороги, автодороги, канали та ін.), створюють найбільш великі структурні елементи селітебної зони – *планувальні (міські) райони*. Розмір таких районів, їх функціональний склад і конфігурацію в кожному конкретному випадку визначають відповідно до даної містобудівної ситуації. Планувальна структура житлових районів проектується на прямокутній або на пейзажній основі.

У межах планувальних районів розміщують декілька (відповідно до місцевих особливостей) житлових районів, площею 80-400 га, границями яких служать, крім природних і штучних меж, магістральні вулиці міського значення (рис. 3.5). В межах житлових районів формуються житлові квартали, які об'єднані культурно-побутовим центром із закладами та підприємствами районного значення, радіус обслуговування яких не більше 1500 м.

Чисельність населення житлового району становить у середніх і великих містах від 25 до 40 тис. чол., у крупних, найбільших і найзначніших – від 40 до 80 тис. чол. В малих містах селітебна територія міста являє собою один житловий район, поділений на мікрорайони.

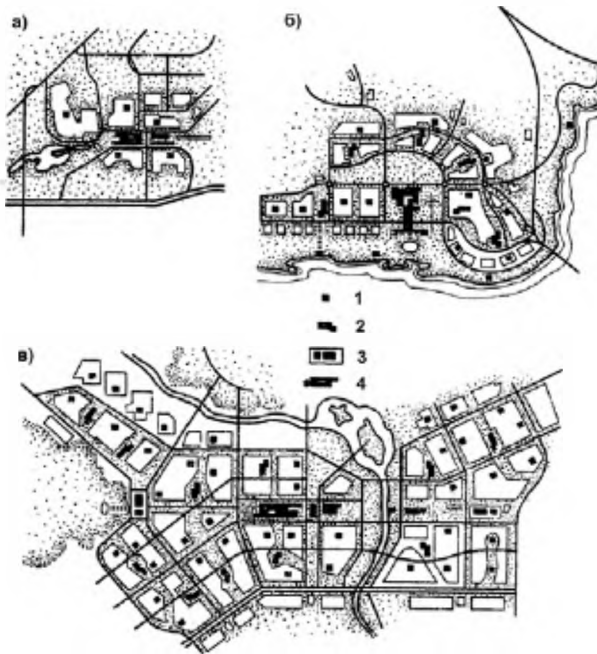
Житлові райони пов'язані магістральними вулицями з промисловими районами та з усіма іншими частинами міста, у т. ч. з загальноміським і районними центрами, із залізничними, автомобільними і водними вокзалами, парками тощо.

Основним структурним елементом житлової зони є мікрорайон. *Мікрорайон* – це частина житлової території, площею до 50 га, обмежена магістральними й житловими вулицями і достатня за розмірами для розміщення житлових будинків і установ повсякденного обслуговування населення, яке проживає в ньому. В межах мікрорайону, крім житлових будинків, розміщуються заклади та підприємства первинного обслуговування.

Територію мікрорайону перетинають магістральні внутрішньоквартальні вулиці.

Передбачається система пішохідних шляхів, якими мешкан-

ці житлового району проходять до місць прикладання праці і до всіх розташованих в даному районі місць масового відвідування.



**Рис. 3.5. Планувальна структура селітебної зони в містах різної величини (за О. С. Безлюбченко)**

а – мале місто на 30 тис. жителів; б – середнє, на 100 тис. жителів; в – велике на 250 тис. жителів: 1 – центри мікрорайонів; 2 – центри житлових районів; 3 – центри сельбищних районів; 4 – центр міста

Ці пішохідні шляхи-алеї трасуються таким чином, щоб кількість їх перетинів з магістральними вулицями була якнайменшою. Форма території мікрорайону залежить від загальної планувальної ситуації вуличної мережі і природних умов міської території, зокрема рельєфу.

Головним завданням планування та забудови житлових районів і мікрорайонів є створення в них найбільш сприятливого життєвого середовища. Вирішення цього завдання ґрунтується на принципах побудови їхніх планувальних структур і комплексного врахування різномірних вимог.

### ***Будівельне зонування житлових районів***

*Будівельним зонуванням* називається розділення селітебної території міста на зони з різною поверховістю забудови.

Метою будівельного зонування є:

- вибір найбільш доцільних в умовах даного міста в цілому і для окремих його районів типів житлової забудови згідно поверховості і характеру з встановленням питомого співвідношення її основних типів у відсотках від загальної кількості квадратних метрів житлової площі;
- правильне розташування основних типів забудови на території міста з урахуванням рельєфних і інженерно-геологічних умов, найбільш економічного використання території, як при новому будівництві, так і під час реконструкції житлових районів;
- знаходження найбільш цікавих в архітектурному відношенні рішень найважливіших елементів міста з ефективним використанням природних умов – рельєфу, водойм, зелених насаджень. До таких елементів належать: загальноміський і районні центри, основні магістралі міста, площі, набережні, в'їзди до міста.

Всі ці задачі вирішуються комплексно при плануванні міста.

Житлові райони сучасних міст характеризуються змішаною багатоповерховою забудовою. Такий тип забудови відкриває великі можливості для створення різноманіття і мальовничості міської забудови. За техніко-економічними розрахунками встановлено (залежно від розмірів міста, будівельної бази й інших умов будівництва), що за сумарними витратами на будівництво будівель й інженерне обладнання і благоустрій міських територій оптимальною є змішана забудова, в якій найбільш доцільним є сполучення житлових будинків у 5, 9, а інколи і більше поверхів. Зниження поверховості призводить до розростання забудованих територій, надлишкових витрат на їх інженерний благоустрій і обладнання. Вибір оптимальної за містобудівними і економічними вимогами поверховості забудови є однією з найважливіших задач, яка вирішується при плануванні міста.

### ***Планування, забудова і благоустрій житлових районів і мікрорайонів***

Містобудівне рішення житлових районів і мікрорайонів повинно відповідати соціальним вимогам. Система культурно- побутового обслуговування населення має надзвичайно велике

Залежно від чисельності населення, поверховості забудови і розрахункової щільності житлового фонду розміри території мікрорайонів можуть коливатися в межах 17-25 га, а в деяких випадках за природними і планувальними умовами – і більше. Слід відмітити, що великі розміри мікрорайону призводять до погіршення транспортного обслуговування через недостатню щільність мережі магістральних вулиць.

*Основними техніко-економічними показниками*, які характеризують планування і забудову житлового мікрорайону, а також селітебної території міста в цілому, є:

- щільність житлової забудови (або відсоток житлової забудови нетто), яка визначається відсотковим відношенням території, безпосередньо зайнятої забудовою, до житлової частини території мікрорайону, тобто до території мікрорайону за вирахуванням мікрорайонних садів, фізкультурних майданчиків, ділянок шкіл, дитячих ясел-садків, будівель культурно-просвітницьких і комунально-господарських установ;
- щільність житлового фонду нетто, яка визначається кількістю квадратних метрів житлової площі, що припадає на один га житлової частини території мікрорайону;
- щільність населення нетто, яка визначається кількістю мешканців, яка припадає на один га житлової території мікрорайону.

Окрім цих показників *нетто* в планувальній практиці застосовують показники тих же назв, але *брутто*, тобто з віднесенням всіх вказаних кількісних величин не до житлової частини території мікрорайону, а до всієї його території. Для загальної характеристики щільності населення всієї селітебної території міста застосовують показник – *селітебна щільність населення*, тобто кількість мешканців на один га селітебної території.

Зазначені техніко-економічні показники мають санітарно-гігієнічне, архітектурно-планувальне і економічне значення.

Щільність забудови мікрорайонів поставлена в обернену залежність від її поверховості. Така система нормування щільності забудови виключає можливість переущільнення мікрорайону при великій поверховості його забудови, дозволяє забезпечити нормальні умови інсоляції і провітрювання житлових приміщень і всередині мікрорайонних просторів, створити озеленені території з розташуванням на них фізкультурних майданчиків.

За своїм характером і складом центри житлових районів бувають: комплексними; поєднуючими адміністративно-господарські, культурно-побутові установи і підприємства, універсальні і спеціалізовані магазини; або спеціалізованими з розміщенням в них установ і підприємств певного виду обслуговування.

У великому місті, в його центральній частині, може бути декілька спеціалізованих центрів загальноміського значення: адміністративний або адміністративно-господарський, культурно-меморіальний, торговий, спортивний і т. ін. Планувальна композиція комплексних загальноміських центрів визначається містобудівельним профілем і величиною міста, місцевими природними умовами і планувальною ситуацією, що склалася.

Транспортне обслуговування міських центрів, організація автомобільного і пішохідного руху, розміщення ліній, зупиночних пунктів громадського транспорту і автостоянок стають все більш складними зі збільшенням розмірів міста і його житлових районів. У великих і найбільших містах організація міських центрів і їх транспортного обслуговування дуже часто мають проблематичний характер. Вирішення цієї проблеми в сучасному великому місті у ряді випадків досягається шляхом створення складної системи з обширними багатопверховими будівлями і підземними багатоярусними спорудами, що включають торгові, складські й інші обслуговуючі підприємства, а також лінії метрополітену, швидкісні автомобільні дороги, транспортні магістралі для громадського транспорту, під'їзди місцевого і службового призначення, автостоянки тощо.

Доступність торгового центру визначається кількістю автомобілів, яку можна пропустити дорогами, що оточують його територію. Другим критерієм є якість організації руху цього транспорту. Оскільки функціонування торгових центрів в значній мірі залежать від місцевого транспорту, для них більш бажаний звичайний рух автомобілів, ніж швидкісний.

Велика увага при плануванні мікрорайонів приділяється озелененню. Зелені насадження мікрорайону займають значну територію – не менше 40 % його площі. Проектуючи внутрішньо-мікрорайонні зелені насадження, прагнуть до того, щоб вони не були поділені на окремі дрібні ділянки, а являли б собою достатньо великі масиви у вигляді мікрорайонних садів з майданчи-



ками для ігор і спорту, із куточками тихого відпочинку.

Загальна архітектурно-планувальна структура мікрорайону, взаємне розташування житлових будинків, дитячих установ, шкіл, магазинів, гаражів-стоянок повинні створювати сприятливі умови для спокійного, здорового і зручного життя населення (рис. 3.6).



**Рис. 3.6. Схема планувальної структури сельбищної території міста (за В. О. Анікінім)**

1 – загальноміський центр, 2 – паркова територія, 3 – житловий район, 4 – центр житлового району, 5 – магістраль загальноміського значення, 6 – магістраль районного значення

Одним із важливих показників ефективного планування мікрорайону є його простота, що дозволяє легко орієнтуватися. Це особливо важливо при значних розмірах мікрорайону з багатоповерховою забудовою.

### **3.3. Промислова зона**

Промислові підприємства, які є одним із основних місць прикладання праці і потребують часто значних територій для свого розташування, під'їзних залізничних колій, істотно впливають на планувальну структуру міста: взаємне розташування промислових і житлових районів, напрямок основних магістральних вулиць, розташування міських парків, стадіонів тощо.

*Виробнича територія* – це територія розміщення промислових підприємств і пов'язаних з ними виробничих об'єктів, комплексів наукових установ з дослідними підприємствами, комунально-складських об'єктів, підприємств із виробництва та переробки сільськогосподарської продукції санітарно-захисних зон промислових підприємств; об'єктів спеціального призначення; споруд зовнішнього транспорту і шляхів позаміського і приміського сполучення; ділянок громадських установ і місць загального користування для населення, яке працює на цих підприємствах.

Основні цілі раціональної територіальної організації виробничих територій полягають у забезпеченні розміщення виробничих об'єктів з метою ефективного використання природних, територіальних, матеріальних, трудових та ін. ресурсів. Розміщення об'єктів виробництва здійснюється відповідно до функціонального зонування території міста з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог. У межах виробничої території формуються такі виробничі зони:

- промислові (промислово-виробничі);
- наукові (науково-виробничі);
- комунально-складські;
- сільськогосподарські виробничі.

Промислова зона виділяється для розміщення промислових підприємств та об'єктів, що з ними пов'язані.

*Промислова (промислово-виробнича) зона* – це функціонально спеціалізована частина території міста, до складу якої входять об'єкти матеріального виробництва, комунального господарства, виробничої інфраструктури, науки та наукового обслуговування, підготовки кадрів, ін. об'єкти невиробничої сфери, які обслуговують матеріальне і нематеріальне виробництва.

Промислова зона виділяється на підставі функціонального, зонування міста з урахуванням її зв'язків з іншими функціональними зонами: сільбищними, ландшафтно-рекреаційними та ін. територіями. Її виділяють з урахуванням організації зручних транспортних – залізничних, автомобільних доріг і водних шляхів, які б забезпечували підвезення сировини та вивезення готової продукції; раціональних умов обслуговування підприємств зовнішнім і внутрішньоміським транспортом, не розділяючи їх

транзитними залізничними шляхами та автошляхами загальної мережі; а також пішохідних зв'язків з місцями розселення працівників, які зайняті на підприємствах.

Розміщення підприємств, встановлення санітарно-захисних зон проводять у відповідності до вимог Державних будівельних норм і правил за генеральним планом промислових підприємств.

При планувальному формуванні промислової зони дотримуються таких положень:

- частка території з виробничими функціями може складати 60-65 % загальної території зони;
- виробничі об'єкти повинні розташовуватись компактно, без великих функціонально сторонніх утворень;
- промислова зона обов'язково повинна забезпечуватися транспортними зв'язками з ін. функціональними зонами поселення;
- для повноцінного функціонування промислової зони створюють один або декілька центрів громадського обслуговування переважно на межі із селітебними територіями.

Рельєф промислових територій повинен бути зручним для розташування виробничих корпусів без здійснення земляних робіт значних об'ємів, забезпечувати нормальне відведення поверхневих вод і самоплинний рух в каналізаційній мережі. Цим вимогам відповідає рельєф з нахилом від 0,003 до 0,03 %.

Геологічні і гідрогеологічні умови промислових територій повинні допускати будівництво промислових споруд і будинків без спорудження складних дороговартісних фундаментів. Ґрунти повинні бути переважно однорідної геологічної будови, які мають достатній розрахунковий опір, а рівень стояння ґрунтових вод повинен бути нижче підлоги підвалів, тунелів тощо.

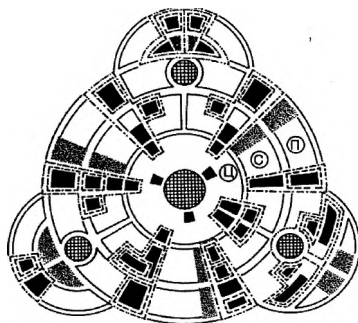
При розташуванні підприємств біля річок або водойм відмітки території, на якій розташовуються виробничі будівлі, споруди і залізничні колії та автомобільні дороги, приймають не менше, ніж на 0,5 м вище розрахункового горизонту високих вод з врахуванням напору водотоку, а також висоти хвилі і її набігу.

Промислові території повинні розміщуватися з підвітряної сторони, відносно селітебної території. При розміщенні нешкідливих у санітарному відношенні виробництв, які не потребують під'їзних залізничних колій, можуть бути створені комплексні виробничо-сельбишні зони, в яких промислові підприємства і

житлові райони планувально поєднуються; як зв'язуюча ланка виступає спільний центр з парком.

Промислові комплекси та окремі підприємства, що викидають шкідливі речовини в атмосферу, шкідливі в розумінні санітарної гігієни, вибухонебезпечні та пожежонебезпечні, розташовують у віддаленій від житлової зони частині промислового району та з підвітряної сторони по відношенню до ін. підприємств. Підприємства, що мають забруднені промислові майданчики, розміщують на більш низьких ділянках місцевості для запобігання змиву забруднень зливовими водами. Промислові підприємства, санітарно-захисна зона яких перевищує 3 000 м, виносяться за межі міста.

Залежно від розмірів території промислової зони, функціонально-територіальної та архітектурно-планувальної організації в її межах виділяють такі елементи: промислові райони, промислові вузли, територіальні групи підприємств, окремі підприємства (рис. 3.6).



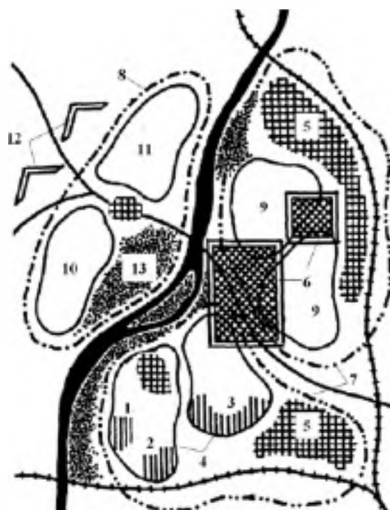
**Рис. 3.6. Просторова організація промислових зон і районів у межах великого міста**

*Принципова схема:* Ц – центральна зона міста; С – середина зона міста; П – периферійна зона міста

У повному складі ці структурні елементи формують на території промислових зон площею від 500 га до 1-2 тис. га (рис. 3.7).

*Промисловий район* – це спеціалізоване територіально-планувальне утворення, яке формується на підприємстві для розвитку нових і розширення існуючих підприємств у межах відповідної території міста з урахуванням конфігурації міського плану,

мережі міських вулиць, рельєфу, ландшафтних утворень. Промислові райони формують з урахуванням виробничо-технологічних, транспортних, санітарно-гігієнічних та функціональних вимог. Загальна кількість працюючих у цій зоні не повинна перевищувати 30 тис. чоловік.



**Рис. 3.7. Схема функціонально-планувальної організації промислової зони у плані міста**

1, 2, 3 – відповідно підприємство, промисловий вузол, промисловий район; 4 – промислова зона; 5 – об'єкти невиробничої сфери; 6 – багатофункціональні об'єкти прикладення праці; 7 – межі планувальної зони міста; 8 – межі планувального району; 9, 10, 11 – сільбищні райони; 12 – напрямки перспективного територіального розвитку; 13 – зелені насадження

Промислові райони міста за архітектурно-планувальними умовами і факторами формування поділяють на містобудівні категорії з відповідним функціональним складом підприємств:

- райони, призначені для розміщення шкідливих підприємств, які вимагають залізничного транспорту, а також характеризуються особливими умовами виробництва і формуються на значній відстані від сільбищної зони (500-1000 м);
- райони, призначені для розміщення промислових підприємств, які вимагають залізничних під'їздів і суттєво не вплива-

ють на довкілля, формуються на відстані 100-300 м від сельбищних територій;

- райони, призначені для розміщення підприємств із невеликим вантажообігом (не більше 40 автомашин за добу в одному напрямку), які внаслідок виробничого циклу не виділяють небезпечних речовин, формуються у межах сельбищної території з мінімальними санітарно-захисними розривами від житлової забудови (50 м).

Великі промислові райони (більше 40 підприємств), виходячи із доцільності розділяють на промислові вузли і територіальні групи підприємств.

*Промисловий вузол* – це комплексний територіальний елемент промислового району з вираженими планувальними межами, спільністю інженерно-технічної інфраструктури, допоміжних виробництв, об'єктів соціально-побутового обслуговування. Середні параметри промислового вузла становлять: кількість підприємств – 10-40, площа території – 100-200 га (рис. 3.8).



**Рис. 3.8. Промисловий вузол**

1 – підприємства будівельної індустрії (шкідливі викиди в довкілля);  
2 – комунальне та енергетичне господарство; 3 – підприємства без шкідливих викидів; 4 – резервна територія

*Територіальна група підприємств* – це угруповання окремих підприємств (переважно легкої та харчової промисловості, а також середніх і малих підприємств машинобудування без розвинутої зовнішньої інженерно-технічної інфраструктури. Площа території таких груп у середньому становить 20-100 га.

Промислові райони і вузли можуть розміщуватись, як у центральній, так і у периферійній частині міста. Перші формуються з підприємств із прогресивними екологічно чистими технологіями виробництва при інтенсивному використанні внутрішньо-заводських територій, другі – з підприємств, які характеризуються відносно обмеженою галузевою різноманітністю при менш інтенсивному використанні внутрішньозаводських територій.

Для забезпечення найбільш економічного вирішення улаштування інженерних комунікацій, організації загального для групи підприємств товарного, ремонтного, енергетичного транспортного та ін. господарств, промислові підприємства групують в комплекси. Найкраще об'єднувати підприємства на основі загального технологічного процесу, сировинних баз, сумісної утилізації продукції або відходів. Найбільш характерним є комплексне розміщення підприємств для хімічної промисловості.

Проте, цей метод має певні недоліки, зокрема такі, що надмірна концентрація обумовлює підвищення потужностей і посилення негативного впливу на довкілля. Тому, при групуванні підприємств, окрім технологічних ознак, приймають до уваги деякі санітарні показники. Хімічні підприємства, що виділяють агресивні гази і пил, віддаляються від ін. підприємств (наприклад, об'єктів харчової промисловості) для запобігання шкідливого впливу на робітників і продукцію.

При реконструкції промислових зон передбачають такі заходи:

- впорядкування планування і забудови району з виявленням територіальних резервів для розміщення і розвитку перспективних підприємств, як старих, так і нових;
- ліквідація або переміщення дрібних і застарілих підприємств і об'єктів, що не мають територіальних резервів для подальшого розвитку, а також підприємств і об'єктів, що чинять негативний вплив на житлову територію, сусідні підприємства і навколишнє природне середовище;

- впорядкування транспортних зв'язків у зоні, ліквідація залізничних колій, що перетинають магістральні вулиці на одному рівні і які проходять по житлових районах і набережних;
- покращення зовнішнього впорядкування і озеленення промислової території;
- організація місць стоянок громадського і індивідуального транспорту.

*Наукова (науково-виробнича) зона* – це територія поселення, призначена для розміщення і розвитку наукових установ з різним характером дослідницької діяльності і специфіки виробництва.

Наукові зони формують:

- у центральних міських районах – для розміщення інститутів, установ суспільних наук, конструкторських бюро (при кількості працівників не більше 300 чол.);
- у прицентральних сельбищних і сельбищно-виробничих районах – для розміщення установ природничих і технічних наук (при кількості працівників 1000-2000 чол.);
- у периферійних, нових міських районах – для розміщення груп наукових, навчальних, науково-технічних установ природничо-наукового профілю (при кількості працівників понад 2 000 чоловік);
- у приміських районах, у межах зони впливу міста – для створення наукових містечок, технополісів, агротехнополісів, об'єктів наукового обслуговування: полігонів, дослідних полів та інших територіальних об'єктів.

До складу спеціалізованих територій наукових зон включають ділянки наукових установ, лабораторій, майстерень, комунально-складських об'єктів, а також резервні, рекреаційні, озеленені території.

При визначенні розмірів земельних ділянок наукових установ приймаються показники щільності забудови, які наведені у таблиці 3.1.

Планувальна організація наукових зон передбачає раціональне розміщення наукових установ наукової, науково-технічної діяльності та об'єктів, пов'язаних єдиним дослідницьким і виробничим циклом, а також комплексність і компактність забудови з інтенсивним використанням території.



Таблиця 3.1

**Щільність забудови ділянок**

Штатна кількість працівників, чол.	Щільність забудови ділянок, м <sup>2</sup> загальної площі на 1 га	
	Середні та малі міста	Найзначніші, значні та великі міста
Установи суспільних наук:		
- до 300	8000	10000
- більше 300	10000	12000
Установи природничих і технічних наук:		
- до 300	5000	7000
- 300-1000		8000
- 1000-2000		10000

Доцільним є створення наукових зон, у яких розміщуються групи профільних навчальних, наукових, проектно-конструкторських організацій і об'єктів виробничого призначення.

**3.4. Санітарно-захисна зона**

Промислові підприємства і транспортні об'єкти часто розташовані поруч із житловими масивами.

Захист населення від несприятливого впливу промислових викидів і автотранспортних засобів в атмосферу здійснюється встановленням *санітарно-захисних зон (СЗЗ)*. Ця зона також є допоміжним заходом, який проводиться в районах розміщення об'єктів, що мають очисні споруди. Об'єкти, що є джерелами виділення в навколишнє середовище шкідливих з неприємним запахом речовин, електромагнітного та іонізуючого випромінювання також відділяють від житлової забудови СЗЗ.

СЗЗ встановлюють для комунальних, енергетичних підприємств і підприємств по обслуговуванню засобів транспорту, станцій і ін. об'єктів автомобільного, залізничного, водного і повітряного транспорту, а також метро, трамвайних колій, тунелів, які є джерелами несприятливих фізичних чинників.

Розміри СЗЗ визначають розрахунковим шляхом відповідно до діючих санітарно-епідеміологічних норм допустимих рівнів шуму, інфразвуку й ін. фізичних чинників на території житлової забудови і житлових приміщень. Розміри нормативної СЗЗ промислових підприємств до межі житлової забудови встановлюють залежно від потужності підприємства; особливостей техно-

логічного процесу виробництва; характеру і кількості шкідливих речовин, що виділяються в атмосферу; закономірностей розповсюдження повітряних забруднень; наявності процесів самоочищення атмосфери, а також норм ГДК.

Для забезпечення правильної організації СЗЗ ширину її визначають, як відстань між промисловим майданчиком (промисловою територією) та житловим районом. Відповідно до санітарної класифікації промислових підприємств, розміри СЗЗ установлюють в межах від 50 до 3 000 м, залежно від класу небезпеки підприємства (табл. 3.2). За необхідності та належному обґрунтуванні СЗЗ може бути збільшена, але не більше, ніж утричі. Промислові підприємства, що потребують створення СЗЗ за ширишки 3 км, повинні розміщуватися *за межами* населених пунктів.

Таблиця 3.2

### Розміри СЗЗ для підприємств різного класу небезпечності

Клас небезпеки підприємства	Значення КНП	Розмір СЗЗ, м
ІА	$\geq 10^8$	3000
ІБ	$10^8$	1000-3000
ІІ	$10^8 < \text{КНП} \leq 10^4$	500
ІІІ	$10^4 < \text{КНП} \leq 10^3$	300
ІV	$\leq 10^3$	100
V	$< 10^3$	50

У разі, коли промислове підприємство знаходиться усередині житлової забудови і неможливо забезпечити дотримання розмірів СЗЗ відповідно до нормативів, необхідно забезпечити належний ступінь очистки пилогазових викидів до рівня ГДК на межі підприємства.

До I й II класів належать хімічне виробництво, металургійні, машинобудівні і металообробні виробництва, добування рудних і нерудних копалин, великі виробництва цементу, вапна й ін. будівельних матеріалів, пов'язані з прожарюванням в печах, великі теплові електростанції, які працюють на твердому і рідкому паливі. До III класу відносять текстильні виробництва, заводи з переробки тваринної продукції і деревини. До IV і V класів відносять виробництва харчової галузі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Перелік промислових об'єктів різного класу небезпечності**

Клас небезпеки об'єктів	Характеристика об'єктів
I.A	Особливо небезпечні об'єкти (АЕС та ін.)
I.B	Хімічні, нафтопереробні, паперово-целюлозні та металургійні заводи. Підприємства, що здійснюють випалювання коксу, вторинну переробку кольорових металів, видобуток нафти, природного газу та кам'яного вугілля
II	Заводи з виробництва цементу, гіпсу, вапняку та азбесту. Підприємства, що виробляють свинцеві акумулятори, пластикові маси, видобувають горючі сланці та буре вугілля
III	Підприємства з виробництва скловати, керамзиту, толо й руберойду, вугільних виробів для електропромисловості, різних лаків та оліфи. Заводи залізобетонних виробів, асфальтобетоні, кабельні заводи та ін.
IV	Підприємства металообробної промисловості, машинобудівні заводи, електропромисловість, виробництво неізолюваного кабелю, котлів, цегли, металевих електродів, будівельних матеріалів, ТЕЦ
V	Підприємства легкої промисловості, металообробної промисловості без ливарних цехів, приладів для електротехнічної промисловості без застосування ртуті й лиття, виробництва харчової промисловості та ін.

Клас небезпеки підприємства розраховують за виразом:

$$КНП = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ГДК_{cd}} \right)^{\alpha_i}, \quad (3.1)$$

де:  $M_i$  – маса викиду  $i$ -ї речовини, т/рік;

$ГДК_{cd}$  – гранично допустима концентрація  $i$ -ї речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$n$  – кількість шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу;

$\alpha_i$  – безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості  $i$ -ї речовини із шкідливістю діоксиду сірки.

Для класу небезпечності хімічних речовин:

I –  $\alpha = 1,7$ ; II –  $\alpha = 1,3$ ; III –  $\alpha = 1,0$ ; IV –  $\alpha = 0,9$ .

В цілях захисту населення від дії електричного поля, створюваного повітряними лініями електропередачі (ЛЕП), встановлюють санітарні розриви уздовж траси високовольтної лінії, в якій напруженість електричного поля перевищує 1 кВ/м.

СЗЗ не можна розглядати, як резервну територію і використовувати її для розширення промислового майданчика. На території СЗЗ допускається розміщення об'єктів нижчого класу шкідливості, ніж основне виробництво: склади, пральні, гаражі, пожежні депо, конструкторські бюро, лабораторії, пов'язані з підприємствами; магазини, поліклініки, що обслуговують виробництво; стоянки індивідуального автотранспорту тощо.

На території СЗЗ не допускається розміщення загальноосвітніх шкіл, міських стадіонів, садів і парків громадського, користування, лікувально-профілактичних і оздоровчих установ загального користування.

Поблизу підприємств із значним обсягом викидів шкідливих речовин СЗЗ формується у вигляді аеродинамічної системи, що складається із зелених захисних смуг різних конструкцій та відкритих проміжків між ними (аеродинамічних коридорів). Залежно від відстані до підприємства організовують смуги продувної, щільної та ажурної конструкції. Для досягнення найбільшого захисного ефекту смуги доцільно розмішувати під кутом 80-90° до основного напрямку вітру, тоді зона провітрюється по численним каналам у горизонтальному напрямку. Завихрення повітря за смугами сприяє утворенню висхідних потоків і розсіюванню викидів у вищих шарах атмосфери. Одночасно захисні смуги і газонне покриття затримують пил та аерозолі, поглинають шкідливі гази.

Територія СЗЗ для підприємств IV, V класів повинна бути максимально озеленена – не менше 60 % площі; для підприємств II і III класу – не менше 50 %; для підприємств, що мають санітарно-захисну зону 1000 м і більше – не менше 40 % її території з обов'язковою організацією смуги деревно-чагарникових насаджень з боку житлової забудови шириною не менше 50 м, а при ширині зони до 100 м – не менше 20 м (рис. 3.9).

Зелені насадження, які вже існують, на території проекрованої СЗЗ мають бути збережені. Озеленення території промислового підприємства і СЗЗ пов'язують з системою і характером зелених насаджень і природною зеленню в прилеглому районі, а також з навколишнім ландшафтом. Для насаджень СЗЗ використовують ефективні в санітарному відношенні і достатньо стійкі до забруднення атмосфери і ґрунтів промисловими викидами

породи рослин: клен американський, ялівець козацький, тополя канадська, крушина ламка, бузина червона, туя західна та ін.



**Рис. 3.9. Схема планування СЗЗ в умовах реконструкції міста і промислових підприємств**

1 – підприємства, що проектуються; 2 – існуючі будівлі; 3 – межа нормативної СЗЗ; 4 – межа СЗЗ за фактором атмосферного забруднення; 5 – межа СЗЗ за фактором впливу на підземні води

Поблизу металургійних і хімічних підприємств можуть рости глід звичайний, біла акація, верба біла, тополя канадська, береза. Установлено, що на  $1 \text{ м}^2$  поверхні листків рослин у середньому затримується 1,5-3,0 г пилу, а один га зелених насаджень поглинає з повітря до 8 кг/год.  $\text{CO}_2$ . Найбільш ефективними є комбіновані насадження дерев і чагарників зеленими смугами шириною 20-30 м через кожні 100-200 м у СЗЗ шириною більше 300 м та через 50 м – у СЗЗ шириною менше 300 м.

Зонування території СЗЗ зі встановленням ділянок під забудову, озеленення захисними деревно-чагарниковими насадженнями, прокладка транспортних шляхів і розміщення мережі інженерних комунікацій здійснюються з урахуванням різної інтенсивності забруднення виробничими викидами приземного шару атмосфери на території зони. Для цієї мети складають комплексну графоаналітичну схему кривих приземних концентрацій

шкідливих речовин від всіх основних джерел викидів підприємств.

Велике значення має благоустрій СЗЗ в цілому, оскільки крім основної функції, вона служить сполучним композиційним елементом архітектурно-планувальної структури промислової і селітебної території.

### **3.5. Комунально-складська зона**

*Комунально-складська зона* – це територія поселення, призначена для розміщення груп та окремих підприємств, які забезпечують потреби населення у зберіганні товарів, комунальних і побутових послугах із загальними для них об'єктами інженерно-технічного та адміністративного забезпечення.

На території комунально-складської зони розмішуються:

- підприємства і об'єкти харчової промисловості, виробництва напівфабрикатів та кулінарних виробів, плодоовочевого господарства, торгівлі, заготівельні підприємства;
- розподільчі холодильники, загальнотоварні, торгівельні і спеціалізовані склади, плодоовочеві бази, сховища овочів і фруктів;
- транспортні господарства: гаражі, станції технічного обслуговування машин, автозаправочні станції, трамвайні і троллейбусні депо, автобусні і таксомоторні парки;
- підприємства побутового обслуговування населення (хімічного чищення одягу, ремонту побутової техніки, одягу, меблів, лазні, пральні);
- комунального господарства: парки дорожньо-прибиральних машин, бази експлуатації та ремонту житла, інженерних мереж;
- постачальні бази, підприємства по використанню вторинної сировини тощо.

При планувальному формуванні комунально-складських зон дотримуються таких положень:

- комунально-складські комплекси, не пов'язані з безпосереднім обслуговуванням населення, розміщують за межами міста, наближаючи їх до вузлів зовнішнього транспорту.
- комунально-складські комплекси з об'єктами харчової нап'явленості не слід розміщувати на територіях промислових вузлів та їх СЗЗ, до складу яких входять підприємства I-III класу небезпеки;

- холодильники великої місткості (понад 600 т) і молокозаводи із застосуванням значної кількості аміаку необхідно розміщувати у відокремлених складських районах приміської зони.

Комунально-складську зону розміщують за межами житлової території, використовуючи, по можливості, території СЗЗ промислових підприємств. Вона повинна розміщуватися, як і промислова, з підвітряного боку по відношенню до сельбищної зони. Склади повинні мати зв'язок із залізницею та транспортний зв'язок із сельбищною зоною.

При будівництві та реконструкції підприємств на території комунально-складських зон з метою підвищення інтенсивності використання земельних ділянок доцільно передбачати багатоповерхову забудову і освоєння підземного простору.

### **3.6. Зона зовнішнього транспорту**

При розробці планувальної структури і територіальному зонуванні міста виходять з передумови великої і все зростаючої рухомості населення, інтенсифікації руху й насиченості вулиць транспортом. Тому в основу містобудівних рішень закладають інженерно-планувальну систему, створену для забезпечення перевезень і названу *транспортною інфраструктурою*.

Транспортні сполучення міста з іншими населеними пунктами країни та його приміською зоною здійснюються зовнішнім транспортом – залізничним, водним, повітряним і автомобільним. Зовнішні перевезення міста розділяють за характером перевезень на пасажирські і вантажні; за протяжністю – дальні, місцеві та приміські.

Зона *зовнішнього транспорту* призначається для обслуговування пасажирських та вантажних перевезень дальнього міжміського та приміського транспорту. Ця зона виділяється для розміщення транспортних комунікацій, засобів та споруд (пасажирських і вантажних станцій, портів, пристаней).

Головною особливістю залізничного транспорту, що зумовлює високий ступінь його розвитку у транспортній системі країни, є його велика пропускна і провізна здатність – обслуговування масових вантажних і пасажирських перевезень.

Для забезпечення зручних транспортних зв'язків з центром міста та його житловими і промисловими районами, залізничні

вокзали розміщують з боку основної частини житлової території. У великих містах, що розташовані на головних залізницях, передбачають обхідні залізничні лінії для пропускання транзитних вантажних потягів без заходу їх у місто.

Вантажні станції, вантажні двори і контейнерні майданчики виносять за межі житлової території, максимально наближено до основних вантажовідправників і вантажоотримувачів, забезпечуються транспортними зв'язками з районами міста, що обслуговуються, і сортувальними станціями вузла.

Транспортно-складські комплекси, як і окремі вантажні, залізничні, автомобільні і сортувальні станції розміщують за межами сельбищних територій поблизу промислово-складських районів на внутрішньовузлових, з'єднувальних чи спеціальних ходах або обхідних дорогах із забезпеченням зручними транспортними зв'язками із зазначеними спорудами та промисловими і житловими районами населених пунктів, які обслуговуються. Нові сортувальні станції виносять за межі міста, а нові технічні станції та парки резервного рухомого складу – за межі житлової території.

Споруди, робота яких пов'язана лише з технічним обслуговуванням залізничного транспорту, розташовують за межами міської території. Залізничні підходи до цих споруд трасуються в обхід міста, що дає можливість пропускати вантажний транспортний рух повз його меж.

За неможливості винесення технічних залізничних споруд за межі міської території здійснюють заходи для пом'якшення несприятливої в санітарно-гігієнічному відношенні дії залізниці на прилеглі до неї житлові райони. До таких заходів належать: створення захисних смуг озеленення шириною 50-100 м з проїздами вздовж смуги відводу залізниці, електрифікація залізничного вузла з прилеглими приміськими ділянками.

Житлову забудову міст та інших населених пунктів відділяють від залізничних ліній СЗЗ шириною 100 м (рахуючи від осі крайньої залізничної колії до будинків за умови забезпечення на прилеглій території нормативних рівнів шуму). При розміщенні залізничної лінії у виїмці розміри СЗЗ можуть бути зменшені. При цьому не менше 50 % СЗЗ має бути озеленено.

В містах, розташованих на берегах судноплавних водойм –



океанів, морів, озер і річок, суттєве значення в загальній структурі міського транспорту мають споруди водного транспорту – морські та річкові порти. Їх розміщують за межами житлових територій на відстані не менше 100 м від межі житлової забудови. За стандартами, що існують, ширина прибережної території морського порту не повинна перевищувати 200 м, річкового порту – 300 м, пристаней – 150 м, спеціалізованих річкових портів – 400 м. Морські і річкові порти, судноремонтні підприємства річкового транспорту розміщують за межами зон санітарної охорони основних водозабірних споруд, нижче житлової забудови за течією річки.

Аеродроми (вертольотодроми) розміщують за межами населених пунктів. Траси польотів повітряних суден не повинні перетинати сельбищну територію міських і сільських поселень.

Швидкісні автомобільні дороги, подібно залізничним дорогам, дозволяють долати великі відстані між містами. Вони призначені для транзитного руху. Швидкісні дороги та дороги вантажного руху розміщують на територіях СЗЗ, на незручних для житлової забудови землях (яри, тальвеги), а на житлових територіях – при забезпеченні повної ізоляції швидкісного руху транспорту від пішоходів і місцевого руху. Відстань між краєм проїжджої частини швидкісної дороги та дорогою вантажного руху до червоної лінії житлової забудови має бути не менше 50 м. Для розділення транспортного і пішохідного руху над автомобільними дорогами споруджуються пішохідні мости.

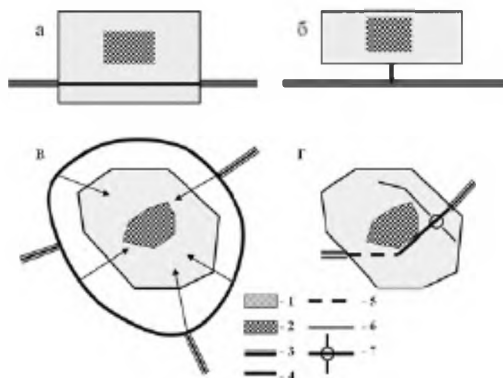
В крупних містах надається перевага розвитку міського електричного транспорту, а по напрямках основних зв'язків між віддаленими районами – швидкісним видам транспорту (швидкісному трамваю або експрес-автобусу).

Рекомендується така ширина вулиць в межах червоних ліній (межі між магістраллю і територією житлової забудови):

- магістральних вулиць загальноміського значення безперервного руху – 75 м;
- регульованого руху – 60 м;
- магістральних вулиць районного значення – 35 м;
- житлових вулиць при багатоповерховій забудові – 25 м, при одноповерховій забудові – 15 м.

Зовнішні транспортні лінії проектують в органічному зв'яз-

ку з вулично-дорожньою мережею міста і різними видами транспорту. Для правильного вирішення транспортної проблеми міста з об'єднанням усіх видів внутрішнього міського та зовнішнього транспорту при розробці генеральних планів міст складається перспективна комплексна схема розвитку всіх видів транспорту, що необхідні для обслуговування міста (рис. 3.10).



**Рис. 3.10. Схеми проходження автомагістралей через місто**

а – влиття зовнішньої автомагістралі безпосередньо у вуличну мережу міста; б – проходження зовнішньої магістралі поза межами міста із з'єднанням її з містом дорогою з покриттям; в – примикання зовнішніх автомагістралей до кільцевої швидкісної дороги; г – проходження автомагістралі через місто у вигляді міської швидкісної дороги; в усіх схемах: 1 – місто; 2 – центральна частина міста; 3 – автомагістраль; 4 – швидкісна дорога; 5 – швидкісна дорога в тунелі; 6 – автомобільна дорога з покриттям; 7 – перехрещення автомобільної дороги з швидкісною дорогою

Основні задачі проектування зони зовнішнього транспорту:

- повне задоволення потреб міста в обслуговуванні його зовнішнім транспортом;
- створення сприятливих умов для нормальної роботи і розвитку зовнішнього транспорту;
- проведення заходів по зменшенню негативного впливу споруд зовнішнього транспорту, що розміщуються в межах міста.

Для створення безпечних умов руху поза містом споруджуються транспортні розв'язки. *Транспортна розв'язка* – комплекс дорожніх споруд (мостів, тунелів, доріг), призначений для міні-

мізації перетинів транспортних потоків і для збільшення пропускної спроможності доріг (рис. 3.11).



*Рис. 3.11. Багаторівнева транспортна розв'язка*

У взаємному погодженні планувальної і транспортної структури міста визначають пріоритети для інтенсивного освоєння території. Транспортне забезпечення впливає і на вибір місця розташування найважливіших об'єктів загальноміського значення, виробництва й сільбищних територій.

### **3.7. Ландшафтно-рекреаційна зона**

*Рекреаційні зони* – це природні або штучно створені території, призначені для організації відпочинку і оздоровлення населення, туризму, проведення спортивних заходів. До рекреаційних зон відносять ділянки, зайняті територіями будинків відпочинку, пансіонатів, об'єктів фізичної культури та спорту, кемпінгів, яхт-клубів, туристичних баз, стаціонарних і наметових туристично-оздоровчих таборів, будинків рибалок і мисливців, дитячих туристичних станцій, навчально-туристичних та екологічних стежок, маркованих трас, дитячих і спортивних таборів, ін. аналогічних об'єктів, а також земельні ділянки, надані для дачного будівництва і спорудження ін. об'єктів рекреації.

Рекреаційне середовище, що формується на зазначених територіях, повинне забезпечувати фізичний, біокліматичний, психологічний, естетичний комфорт населенню під час відпочинку.

До *ландшафтно-рекреаційної зони* входять озеленені й водні простори у межах забудови міста і його зеленої зони, а також ін.

елементи природного ландшафту. До її складу можуть входити міські ліси і лісопарки, лісозахисні зони, землі сільськогосподарського використання й ін. угіддя, позаміські зони масового короткочасного і тривалого відпочинку, курортні зони, які спільно з парками, садами, скверами і бульварами, що розміщуються на селитебній території, формують систему відкритих просторів. В межах цих територій виділяють зони різного функціонального призначення: житлової забудови, громадських центрів, наукові, масового відпочинку, курортні (в містах і селищах, що мають лікувальні та оздоровчі ресурси), ландшафтні, що охороняються.

*Зона відпочинку* включає міські і районні парки, лісопарки, спортивні комплекси, пляжі, дачні селища, курорти, місця туризму. Зони тривалого відпочинку розташовують за межами населених пунктів у найбільш сприятливих умовах природних ресурсів (кліматичних, ландшафтних, бальнеологічних тощо).

Розміри територій зон короткочасного відпочинку приймають із розрахунку 500-1000 м<sup>2</sup> на одного відвідувача, у т. ч. та частина, яка інтенсивно використовується для активних видів відпочинку, повинна становити не менше 100 м<sup>2</sup> на одного відпочиваючого. Відстані між зонами короткочасного відпочинку і ділянками оздоровчих і рекреаційних установ, садівницьких товариств, автомобільної мережі і залізниць мають становити не менше 500 м, а від будинків відпочинку – не менше 300 м.

Комфортні умови для відпочиваючих забезпечуються:

- наявністю упорядкованих територій з достатньою площею, обладнаних для різноманітних видів і форм рекреаційних занять;
- наявністю і зручним розміщенням об'єктів обслуговування у зонах відпочинку (пунктів харчування, торгівлі, прокату інвентарю, автостоянок тощо) – в пішохідній доступності в межах п'яти хвилин (250-300 м) від місць концентрації відпочиваючих;
- організацією зручних транспортних сполучень між заміськими ландшафтно-рекреаційними територіями і місцями постійного мешкання населення.

Одним з показників, що відображають якісні характеристики рекреаційного середовища, є психологічний комфорт, який залежить від кількості шумових і зорових контактів між відпочиваючими. Психологічний комфорт забезпечується, якщо кількість відпочиваючих не перевищує 8 чоловік в радіусі 25 м – для

парків, 60 м – для лісопарків і 100 м – для рекреаційних лісів.

Число одноразових відвідувачів території парків, лісопарків, лісів, зелених зон становить для:

- міських парків не більше 100 люд./га;
- парків зон відпочинку – 70 люд./га;
- парків курортів – 50 люд./га;
- лісопарків (лугопарків, гідропарків) – 10 люд./га;
- лісів – 1-3 люд./га.

В ландшафтах, призначених для спілкування з природою забезпечують переважання природних компонентів. Відмітні особливості ландшафтів, що використовуються для масових видів відпочинку, полягають у великій кількості відкритих просторів, розвинутій дорожньо-транспортній мережі, насиченості об'єктами обслуговування. Для зручності відпочиваючих улаштовують бульвари і пішохідні алеї у напрямі масових потоків пішохідного руху, на яких передбачають майданчики для короточасного відпочинку.

Дорожню мережу ландшафтно-рекреаційних територій (дороги, алеї, стежки) по можливості трасують з мінімальними ухилами відповідно до напрямів основних шляхів руху пішоходів з урахуванням найкоротших відстаней до пунктів зупинок, ігрових і спортивних майданчиків. Ширина доріжки повинна бути кратною 0,75 м (ширина смуги руху однієї людини). Покриття майданчиків, дорожньо-стежкової мережі в межах ландшафтно-рекреаційних територій виконують з плиток, щебеню й ін. міцних мінеральних матеріалів, допускаючи застосування асфальтового покриття у виняткових випадках.

Озеленені території загального користування упорядковують і обладнують малими архітектурними формами: фонтанами і басейнами, сходами, пандусами, підпірними стінками, альтанками, світильниками і т. ін. (рис. 3.12).

*Курортну зону* виділяють на територіях, що мають природні лікувальні фактори, найсприятливіші мікрокліматичні, ландшафтні і санітарно-гігієнічні умови. В її межах розміщують санаторно-курортні і оздоровчі установи, установи відпочинку і туризму, установи і підприємства по обслуговуванню людей, що лікуються і відпочивають, формують курортні парки й інші озеленені території загального користування, пляжі.



*Рис. 3.12. Сучасний дизайн ландшафтно-рекреаційної зони*

Розміри територій річкового і озерного пляжу, які улаштовують у зонах відпочинку, мають становити не менше  $8 \text{ м}^2$  на одну людину; морських – не менше  $5 \text{ м}^2$ ; морських, річкових і озерних для дітей –  $4 \text{ м}^2$  на одного відвідувача.

Розміри територій загального користування курортних зон встановлюють з розрахунку  $10 \text{ м}^2$  на одне місце в санаторно-курортних і оздоровчих установах загальнокурортних центрів, і озеленених –  $100 \text{ м}^2$ . В курортних зонах приморських і гірських курортів, що вже існують, розміри озеленених територій загального користування допускається зменшувати, але не більше, ніж на 50 %.

Однорідні і близькі за профілем санаторно-курортні і оздоровчі установи, що розміщуються в межах курортних і рекреаційних зон, на основі спільного архітектурно-просторового вирішення об'єднують в комплекси, забезпечуючи централізацію медичного, культурно-побутового, господарського, інженерного та енергетичного обслуговування (рис. 3.13).

Переважно рекреаційне призначення мають ліси населених пунктів, які структурно входять до лісопаркової зони.

За функціональним призначенням виділяють три основні типи лісопарків: прогулочні, спортивні і поліфункціональні.

Найпоширеніший тип лісопарків – *прогулочний*, що формується поблизу житлового району і який виконує рекреаційно-оздоровчу функцію. Ступінь його впорядкування залежить від рівня відвідування і рекреаційного навантаження. У міру зрос-

тання міста він часто трансформується в міський парк.



**Рис. 3.13. Приклад улаштування ландшафтно-рекреаційного комплексу**

*Спортивні* лісопарки розміщують в системі рекреаційних територій приміської зони і використовують для занять гірськолижним, велосипедним, санним, кінним, водним й іншими видами спорту. *Поліфункціональні* лісопарки виконують одночасно декілька функцій: прогулочну (відпочинок, спорт і туризм), природопізнавальну і природоохоронну.

В структурі озелених територій загального користування крупні парки площею понад 100 га і лісопарки площею 500 га повинні становити не менше 10 %.

Лугові та гідроморфні ландшафти зелених зон міст перетворюють на новий тип рекреаційних об'єктів – *лугопарки* і *гідропарки*, які приваблюють городян завдяки добрій інсоляції і провітряності територій.

Значним резервом територій зони відпочинку є ділянки, порушені в результаті виробничої діяльності людини. Освоєння цих незручних земель дає значний містобудівний і гігієнічний ефект.

На територіях з високим ступенем збереження природних ландшафтів, що мають естетичну і пізнавальну цінність, формують національні і природні парки. Архітектурно-просторова організація національних і природних парків передбачає використання їхніх територій в наукових, культурно-освітніх і рекреаційних цілях з виділенням, як правило, заповідної, заповідно-рекреаційної, рекреаційної і господарської зон.

На території зон відпочинку забороняється будівництво нових, розширення та реконструкція діючих виробничих та інших об'єктів, не пов'язаних з безпосереднім обслуговуванням відпочиваючих і населення, яке постійно проживає в цій місцевості. Наявні в межах зон рекреації промислові об'єкти, які є джерелами шкідливого впливу на навколишнє природне середовище і перешкоджають розвитку цих зон, підлягають виносу за межі зон відпочинку або зміні їх виробничого профілю.

В межах ландшафтно-рекреаційних територій створюються умови для задоволення різноманітних видів і форм рекреаційних занять, що відповідають різноманітності смаків і схильностей людей при виборі місць відпочинку.

### **3.8. Приміська зона**

*Приміська зона* – це територія, прилегла до міста і яка знаходиться з ним в тісному функціонально-планувальному, соціально-економічному, культурно-побутовому й ін. взаємозв'язку. Відрізняється максимальним ступенем освоєння.

Приміські зони особливо розвинуті довкола крупних міст і є частиною міської агломерації. В приміських зонах великих міст розміщуються передмістя, міста-супутники, зони відпочинку, землі сільськогосподарського і лісогосподарського призначення.

Приміська зона формується під впливом міста, яке прагне якомога повніше використовувати довколишню територію для задоволення своїх різноманітних потреб. Ця зона наділяється функціями, що забезпечують життєдіяльність міста. Вона забезпечує місто необхідними для його функціонування природними ресурсами, перш за все водними, служить місцем виробництва малотранспортабельної сільськогосподарської продукції, є постачальником будівельних матеріалів: глини, піску, гравію, вапняку, що тут же видобуваються.

В приміській зоні розміщуються багато об'єктів комунально-господарського комплексу міста, що є системою його життєзабезпечення: водопровідні станції й станції аерації, полігони для захоронення відходів, сміттєпереробні заводи, електропідстанції, теплові електроцентралі. Тут же розташовують найскладніші і ємкі транспортні споруди і системи: аеропорти, сортувальні і вантажні станції, складські споруди, вантажні річкові порти.



Формування приміських зон здійснюється з метою:

- державного регулювання розміщення всіх видів будівництва на прилеглий до міста території з урахуванням найбільш повного задоволення потреб міського та сільського населення;
- економічно доцільного використання вільних від забудови земель з урахуванням: організації нових населених пунктів, а також розвитку міст і поселень; лісопаркових зон, які існують, організації нових зон, ін. зелених насаджень і водойм; усіх видів заміського відпочинку та спорту; розміщення пов'язаних з містом промислових підприємств, підприємств будівельної індустрії, транспортних споруд і складського господарства; розміщення водогосподарських і каналізаційних споруд, ліній електропередач, споруд і пристроїв газопостачання, тепlopостачання і зв'язку для обслуговування міста і приміської зони; розміщення на вільних міських і позаміських територіях сільськогосподарських виробництв.

Основними завданнями планування приміської зони міст є:

- розміщення на її території різних об'єктів виробництва, безпосередньо пов'язаних з містом, відповідно до перспективного розвитку міста і поселень приміської зони;
- розселення у приміській зоні частини населення міста;
- створення навколо міст зеленого поясу (зеленої зони), який має оздоровче значення, з врахуванням його основних обмежувальних функцій як частини всієї системи зелених насаджень міста і його приміської зони;
- організація позаміських зон для короткочасного та тривалого масового відпочинку населення міста і приміської зони;
- раціональне використання сільськогосподарських територій приміської зони, пов'язане з перспективами розвитку всіх розташованих в її межах населених місць і задоволенням їх потреб у сільськогосподарській продукції.

У процесі планування приміської зони передбачають заходи щодо інженерної підготовки, поліпшення санітарного стану, озеленення та благоустрою території зони, у т. ч. розчищення русел, регулювання малих річок і водойм, упорядкування ставків, осушення заболочених територій тощо.

Межі приміської зони встановлюють залежно від розміру міста, місцевих умов (рельєфу, розташування лісів, водойм). У

містах із чисельністю жителів понад 1,0 млн. радіус приміської зони становить понад 50-60 км, від 500 тис. до 1,0 млн. жителів – 40 км, від 250 до 500 тис. чол. – 30 км, від 100 до 250 тис. чол. – 20 км.

Важливе значення має збереження екологічної рівноваги міської забудови і приміських ландшафтів, що досягається відповідними співвідношеннями забудованих і відкритих просторів, улаштуванням екологічного каркасу території, встановленням такого антропогенного навантаження на ландшафти, при якому природа зберігала б свою здатність до відновлення.

### **3.9. Оптимальне функціональне зонування**

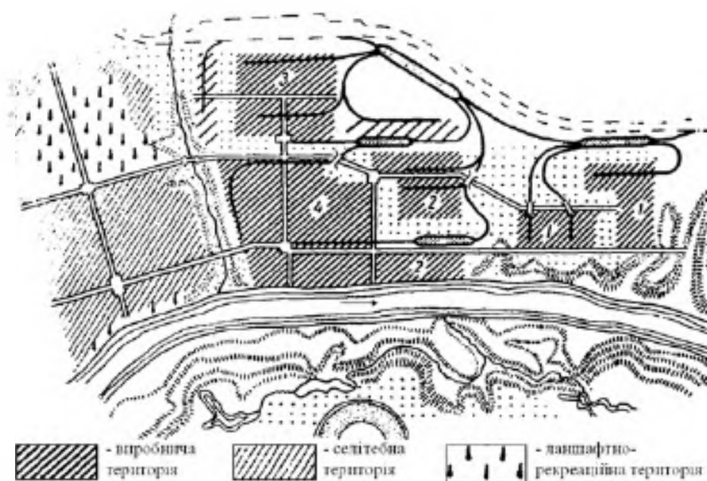
Функціональне зонування відображає, перш за все, відмінності в характері використання і просторової організації різних частин міста, а планувальна структура характеризує міський організм в єдності взаємозв'язку різних його частин (елементів), тобто в сукупності функціональних зон і транспортних магістралей. Система транспортних магістралей, головних вулиць, площ, містобудівних вузлів і територій, прилеглих до магістралей, системи загальноміських центрів утворюють урбанізований планувальний і архітектурно-просторовий каркас міста.

Наразі, планувальна структура території багатьох міст і характер функціонування різних міських територій часто не відповідають вимогам збереження стійкого розвитку міського середовища. Наприклад, виділення селітебної зони з боку дії панівних вітрів достатньо складно здійснити через особливості планувальної структури міста, інженерно-будівельних або природно-кліматичних умов (зокрема, при круговій розі вітрів). У зв'язку з цим ефективним є розселення на значній відстані від промислових районів з урахуванням характеру промислових підприємств та ступеня їх небезпеки (рис. 3.15).

Для стійкого розвитку урбанізованих територій розробляють екологічно оптимальні і обґрунтовані методи створення і реконструкції міських територіальних і функціональних структур, які інтегрували б екологічні, містобудівні, економічні, адміністративні підходи до територіального планування міст.

Сучасні форми просторової організації і концентрації виробництва, а також інтенсивний розвиток транспорту дають мож-

ливість ізолювати найагресивніші по відношенню до навколишнього середовища і людини господарські об'єкти, а цінні природні комплекси зробити більш доступними.



**Рис. 3.15. Схема розміщення селітебної і рекреаційної зон відносно промислових підприємств**

ступінь небезпеки: 1 – підприємства I класу, 2 – підприємства II класу, 3 – підприємства III класу, 4 – підприємства IV та V класів

Оскільки просторова організація міста традиційно ґрунтується на трьох головних функціях: роботі, житлі й відпочинку, завданням містобудування у сучасних умовах є раціональне об'єднання цих функцій у єдиний міський організм.

Принцип роздільного розміщення нової селітебної території і промислових підприємств покладено в основу ряду генеральних планів нових міст, розроблених КиївНДПІ містобудування. Так, м. Дніпрорудне розміщене на відстані 25 км від Запорізького залізорудного комбінату, м. Южне – за 10 км від Одеського припортового заводу (рис. 3.16). При такому варіанті розселення житлові райони розташовуються в найбільш сприятливих природних умовах, задовольняються потреби територіального розвитку промисловості на перспективу, виключаються втрати цінних сільськогосподарських земель на створення СЗЗ навколо промислових підприємств.



**Рис. 3.16. Принципи організації функціонально-планувальної структури нових міст, що інтенсивно розвиваються (на прикладі м. Южне)**

1 – селітебна зона, 2 – зона громадського центру, 3 – курортна зона, 4 – промислова зона, 5 – санітарно-захисна зона, 6 – межа міста, 7 – межа зони впливу міста

Планувальна структура міста, тобто зонування території за видами її користування, означає раціональне розміщення на його території зон для виробництва, житла, громадських центрів і відпочинку, зв'язку між ними та оптимальну структурну організацію кожної із зон.



### **Контрольні питання**

1. Чим викликана необхідність функціонального зонування міської території?
2. У чому полягає призначення селітебної зони міста?
3. Які зони називаються промислово-виробничими?
4. Охарактеризуйте наукову зону та специфіку її формування.
5. Що називають санітарно-захисною зоною підприємства?
6. Як розраховується категорія небезпечності підприємства?
7. Наведіть розміри СЗЗ.

8. Для чого призначена комунально-складська зона?
9. Для чого призначена зона зовнішнього транспорту?
10. Яке призначення ландшафтно-рекреаційної зони міста?
11. Зазначте мету формування приміської зони.



### *Література*

1. Закон України «Про планування і забудову територій» від 20.04.2000 № 1699-III [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T001699.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T001699.html).
2. ДБН Б.2.2-1-01 «Містобудування. Планування і забудова населених пунктів» [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://www.dnaop.com/html/34154/doc-ДБН\\_Б.2.4-2-94](http://www.dnaop.com/html/34154/doc-ДБН_Б.2.4-2-94).
3. ДБН 360-92 «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://www.dnaop.com/html/29810/doc\\_360-92](http://www.dnaop.com/html/29810/doc_360-92)
4. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів [Електронний ресурс] : Затв. Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96. № 173. – Режим доступу : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/REG1404](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/REG1404).
5. СТУ-Н Б Б.1.1-12:2011. Склад та зміст плану зонування території (ЗОНІНГ) [Електронний ресурс] : [http://www.dnaop.com/html/29582/doc91.1.1-12\\_2011](http://www.dnaop.com/html/29582/doc91.1.1-12_2011)
6. Дідик В. В. Планування міст : навч. посіб. / В. В. Дідик, А. Л. Павлів. – Львів : Львівська політехніка, 2003. – 407 с.
7. Планування міст і транспорт: Навч. посіб. / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 156 с.
8. Сухарев С. М. Техноекоекологія та охорона навколишнього середовища : навч. посіб. / С. М. Сухарев, С. Ю. Чундак, О. Ю. Сухарева. Львів : Новий Світ-2000, 2008. – 255 с.
9. Екологія міста : уч. пос. / [В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова и др. ; под. ред. В. В. Денисова]. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : издат. центр «МарТ», 2008. – 832 с. (Серия «Учебный курс»).
10. Екологія міста : учебн. / под ред. Ф. В. Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.

## РОЗДІЛ 4 ГЕОЛОГІЧНЕ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА

---

Геологічні фактори – форми рельєфу, якість ґрунтів, властивості гірських порід, наявність корисних копалин, а також екзогенні та ендегенні процеси впливають на вибір місця, де закладається місто, і на його подальшу долю. З усієї поверхні Землі – 510 млн. км<sup>2</sup> – площа суші становить 146 млн. км<sup>2</sup>, а площа суші, придатна для життя за кліматичними умовами, – 70,6 млн. км<sup>2</sup>, тобто, не більше як 3 % загальної площі суходолу. Площа, придатна для міської забудови, становить лише 28,1 млн. км<sup>2</sup>. При виборі місця для будівництва міста розглядаються дві групи властивостей природних компонентів середовища (ґрунт, рельєф, вода, повітря, рослинність): економічні й екологічні.

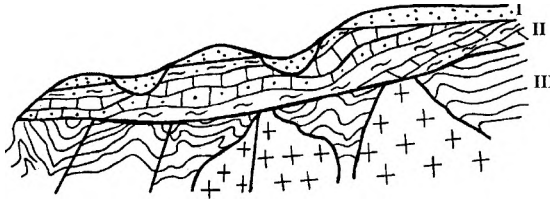
Поряд з наземною частиною ландшафту у сферу господарської діяльності людини потрапляє і поверхнева частина літосфери, яку прийнято називати геологічним середовищем. До нього відносять гірські породи і підземні води. Геологічне середовище є одним з найважливіших геоекологічних чинників, що визначають розвиток міста, як урбоєкосистеми.

Із вдосконаленням технічної оснащеності людини вплив господарської діяльності на геологічне середовище постійно зростає. Протягом тривалого часу розвитку міст найпомітніші зміни відбулися саме у ґрунтах, гідрогеологічній і геологічній будові «підземних горизонтів» міської екосистеми, оскільки ефекти антропогенного впливу на геологічне середовище мають тенденцію до кумуляції.

### **4.1. Літогенна основа міських територій**

Основна частина території України належить до структур платформеного типу. Їх геологічну будову в схематичному вигляді можна представити як тришарову: поверхневий покрив сучасних і четвертинних відкладень залягає на складчастій осадовій основі, яка базується на кристалічному фундаменті, що є масивною товщею магматичних і метаморфічних порід (рис. 4.1). Основна інженерно-будівельна діяльність в межах міських територій пов'язана з верхнім осадовим чохлам, але залежно від урболандшафтних умов і специфіки виробничої діяльності, жит-

тево важливу роль у формуванні умов міського середовища можуть відігравати і породи більш глибоко залягаючих структурних ярусів.



**Рис. 4.1. Схема геологічної будови території**

I – чохол сучасних відкладень; II – складчаста основа;  
III – кристалічний фундамент

Усі гірські породи стосовно будівельної діяльності можна розглядати як основу для будівництва будівлі або споруди, як матеріал для будівництва або як середовище, в якому розміщується споруда. Гірські породи, а також сучасні відкладення природного і техногенного походження, що використовуються в будівельних цілях, називаються *грунтами*.

З інженерно-геологічних позицій всі гірські породи підрозділяють на два класи – скельні і нескельні. Серед нескельних порід виділяють піщані і крупноуламкові породи, взаємодія між частинками яких визначається лише тертям і зчепленням, та пилувато-глинисті, або зв'язані, породи. Взаємодія між частинками зв'язаних порід обумовлена наявністю водноколоїдних зв'язків. Різний характер зв'язків, властивий цим породам, визначає відмінність у їх властивостях і значення в міському середовищі.

Скельні породи залягають частіше на значній глибині від поверхні землі і відносно рідко, в порівнянні з пухкими осадовими породами, служать основою міських споруд. Вони є середовищем, в якому здійснюється підземне будівництво (шахти по видобутку корисних копалин, тунелі метро, підземні виробки ін. призначення). Оголення таких порід в межі міста можна бачити, наприклад, в Запоріжжі, Ізюмі, Севастополі, в містах передгірської зони. Характерною особливістю скельних порід є їх монолітність, обумовлена міцними зв'язками між частинками. Зв'язки ці носять характер кристалізації або цементації і визначають високу густину, малу пористість і високу міцність порід як в

сухому, так і у водонасиченому стані. Зниження міцності порід і зростання водопроникності пов'язано з розвитком в їх масивах тріщинуватості.

При величині пористості порід більше 5 % їхні міцнісні показники значно погіршуються і їх класифікують як напівскельні породи. Під впливом потоку води, що рухається, тріщинуваті і пористі породи карбонатного або сульфатного складу можуть вилугувуватись з утворенням карстових порожнин. Скельні і напівскельні породи в умовах дії будівельних навантажень поведуться, як пружні тверді тіла.

Характерною властивістю піщаних і крупноуламкових нецементованих порід є їх добра водопроникність. Вона визначає їх роль як дренуючих або водовміщаючих елементів в осадовому комплексі.

Показником водопроникності породи є коефіцієнт фільтрації, величина якого залежить від пористості породи і структури порового простору. Пористість уламкових порід коливається в межах 20-45 %. Ці характеристики, у свою чергу, визначаються діаметром і ступенем обкочуваності частинок, що складають породу, а також однорідністю зернового складу. Із збільшенням середнього діаметру породоутворюючих частинок і їх обкочуваності при неоднорідному зерновому складі водопроникність породи зростає. Величина водопроникності порід змінюється в широких межах. Діапазони коливань коефіцієнта фільтрації порід різного гранулометричного складу наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

**Орієнтовні значення коефіцієнтів фільтрації гірських порід**

Назва породи	Коефіцієнт фільтрації, см/с
Глина	$<1 \cdot 10^{-7}$
Суглинок	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-5}$
Супісок	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-3}$
Пісок: пилуватий дрібний середньої крупності крупний	$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$
	$1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-2}$
	$1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-2}$
	$1 \cdot 10^{-2} - 1 \cdot 10^{-1}$
Гравій, галька	$1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^1$

Рух потоку фільтрації в незв'язній дисперсній породі створює гідродинамічний тиск і може викликати деформації фільтрацій, які носять назву *суфозійних явищ*.



Деформації фільтрацій розвиватимуться в пухкій уламковій породі в тому випадку, якщо в ній є частинки, діаметр яких менше найбільшого ходу фільтрації, і якщо швидкості потоку фільтрації достатні для переміщення цих частинок.

Власне *суфозія*, або *механічна суфозія* – явище винесення фільтраційним потоком дрібних частинок з товщі породи. При цьому збільшується пористість порід і розміри пор.

До суфозних порід відносять такі, з яких суфозійним потоком виноситься більше 3 % частинок. Швидкість фільтрації, при якій порушується гранична рівновага суфозійних частинок в породі, називається *критичною швидкістю фільтрації*.

Негативні наслідки суфозійних деформацій виявляються у формуванні зон ослабленої міцності, тріщин у зв'язку із зміною гранулометричного складу, густини і пористості порід, обваленні бортів котлованів, порушенні покрівлі перекриваючих порід. Наслідком зміни водопроникності порід є збільшення водопритоку в підземні виробки і котловани, кольматація (процес природного проникнення або штучного внесення дрібних, головним чином колоїдних, глинистих і пилюватих, частинок в пори і тріщини гірських порід, що сприяє зменшенню їх водо- або газопроникності) і вихід з ладу зворотних фільтрів і дренажів водознижуючих пристроїв.

*Контактний випор* відбувається у випадку, якщо потік фільтрації виносить суфозійні частинки з деформованого шару породи у шар більш грубозернистого матеріалу, що привантажує його. Затримуючись в цьому матеріалі, дрібнозернисті частинки формують шар, відмінний за складом і властивостями від початкових порід. *Випор* – таке руйнування породи, при якому приходить в рух деякий її об'єм зі всіма складаючими породи фракціями, що призводить до розпушування частини породи, збільшення пористості і розмірів пор.

*Характерною особливістю* пилювато-глинистих порід є здатність змінювати свою консистенцію при зміні вологості. Показниками цих граничних станів є межа пластичності і межа текучості. При вологості нижче за межу пластичності глиниста порода має тверду консистенцію і властивості, близькі до властивостей твердих тіл. При вологості вище за межу пластичності порода набуває текучу консистенцію і властивості рідини. Вміст

фізично зв'язаної води в такій глині досягає 50 %. Висока водопоглинальна здатність глинистих порід пов'язана з переважанням в їх складі частинок, що мають колоїдні властивості. Для глинистих порід характерна слаба водопроникність. В геологічному розрізі вони виконують роль водотривких шарів. Глинисті породи характеризуються такими властивостями, як усадка і набухання, тобто зменшення об'єму при висиханні і збільшення при зволоженні. Набухання пов'язано із збільшенням товщини гідратних оболонок на поверхні глинистих частинок, при цьому в породі виникає тиск, величина якого може досягати 0,8 МПа, що чинить деструктивну дію на укоси виробок і основи споруд. Усадка супроводжується нерівномірною деформацією породи при висиханні, появою в ній тріщин і збільшенням водопроникності. Це знижує стійкість порід на природних схилах, в бортах кар'єрів і котлованів. В результаті розтріскування на схилах утворюються пухкі продукти руйнування породи у вигляді глинистої щебілки. При значному водонасиченні вони можуть служити матеріалом для формування грязьових потоків (селів).

Деякі тонкоуламкові породи у водонасиченому стані мають специфічну властивість, характерну для колоїдних систем, – при вібраційній дії переходити з гелю в золь, тобто розріджуватися. Це явище носить назву *тиксотронії* і може бути викликане також електричними і ультразвуковими коливаннями. При припиненні дії система, поступово застигаючи, може знову переходити в гель. Породи, що мають тиксотропні властивості і ті, які поводять себе на зразок в'язких рідин, називають *пливунами*. Для істинних пливунів характерна низька водопропускна здатність і нульова водовіддача внаслідок колоїдних зв'язків між частинками. Пливуни представляють велику небезпеку при проходженні підземних виробок.

Серйозні проблеми при будівництві створює *просадковість* порід, тобто їх здатність до осідання при замочуванні під дією власної ваги або сумісної дії власної ваги і зовнішнього навантаження. В результаті просадок відбувається опускання поверхні ґрунту на величину до декількох десятків сантиметрів. Це призводить до деформацій будівель і споруд, побудованих на просадкових породах. Морфологічними ознаками, що вказують на можливість явищ просідання на певній території, є такі фор-

ми рельєфу, як промоїни, просадкові вирви уздовж берегів річок, просадкові блюдця на терасах і вододілах. Типовими для України просадковими породами є леси і лесовидні породи, що утворюють в степовій і лісостеповій зонах майже суцільний покрив на вододілах і річкових терасах потужністю від трьох до 40-80 м.

Крім площинного поширення, для лесів характерні висока пористість (як правило, 42-58 %) з великою кількістю макропор, вертикальна окремість і стійкість крутих укосів в сухому стані, вміст водорозчинних солей (переважно сульфатів і карбонатів) до 15 %, що забезпечує зв'язність частинок породи, відносно стійкий зерновий склад, що відповідає суглинкам (вміст пилюватих фракцій від 50 до 82 %, глинистих – від 10 до 30 %, піщаних – до 15-20 %), легка розмочуваність при зволоженні. Просадковість лесовидних порід пов'язана як з їх природною розуцільненістю, так і з наявністю великої кількості водорозчинних солей.

Просадки на території міст можуть відбуватися за відсутності регулювання поверхневого стоку, при вибоках з підземних комунікацій і підтопленні ґрунтовими водами. На просадковість порід впливає інфільтрація з каналів, водосховищ, підпір річок при їх зарегулюванні.

Під спорудами вологість лесових порід зростає на 10-15 %, що призводить до збільшення пластичності і зниження міцності. Тривале перебування лесовидних порід нижче за рівень ґрунтових вод, що характерне для підтоплених міських територій, призводить до розчинення і винесення гіпсу й інших розчинних солей, викликає втрату несучої здатності і набуття ґрунтом тиксо-тропних властивостей.

При будівництві будь-якої міської агломерації зазначені чинники враховуються при виборі місцеположення, конструкції споруди і виборі засобів зміцнення порід літогенної основи. Недостатнє врахування цих факторів призводить до людських жертв і порушень екосистеми міст.

#### **4.2. Антропогенні зміни рельєфу**

Із усього різноманіття природних умов рельєф у містобудуванні є найважливішим фактором. Він впливає на планування, забудову і благоустрій міської території і визначає стан її поверхні.

Взаємодія міста як соціального утворення, і рельєфу, як природної основи для його виникнення, проявляється через вплив рельєфу на розвиток міста та, як зворотній вплив – міста на рельєф. В результаті останнього відбувається антропогенна трансформація рельєфу – процес зміни природного рельєфу, виникнення і розвиток антропогенного внаслідок прямої чи опосередкованої людської діяльності.

Природний рельєф являє собою сукупність різних форм поверхні землі в їх природному стані (вододіли, тальвеги, горби, плато, яри і т. ін.). В містобудуванні за ступенем складності для використання рельєф поділяють на такі типи: простий, відносно простий, відносно складний, складний. *Прості форми*, зазвичай, невеликі за розмірами, мають більш-менш правильні геометричні контури і не діляться на форми меншого розміру. *Складні форми* – це комбінації окремих простих форм. У рельєфі земної поверхні переважають складні форми.

У процесі урбанізації рельєф території, що освоюється, зазнає постійних перетворень відповідно до потреб певного етапу розвитку міста. Співставлення декількох часових зрізів рельєфу однієї й тієї ж ділянки міської території дає змогу встановити істотні перетворення, що відбулися за певний історичний період: зникнення озера або річкового протоку, ярів і балок, спрямлення русла річки або поява нової водойми, зміна висотних позначок окремих точок місцевості тощо.

Рельєф території значно впливає на планувальні рішення, транспортування вулиць і доріг, розташування майданів, будинків і споруд. Прокладання вулиць, будівництво майданів і транспортних розв'язок на різних рівнях, розташування будівель, підземних і надземних комунікацій, планування територій промислових і комунально-господарських зон, територій зелених насаджень в місті пов'язані з роботами по організації існуючого рельєфу.

Людина може перетворювати рельєф земної поверхні безпосередньо (зводити насип, рити котлован) або впливати на природні процеси рельєфоутворення опосередковано – прискорюючи або (рідше) уповільнюючи їх. Внаслідок цілеспрямованої або опосередкованої людської діяльності на території міста утворюється ряд різновидів антропогенного рельєфу.

*Антропогенний рельєф* – сукупність форм рельєфу створе-

них, чи значно змінених господарською діяльністю людини. До них належать: будівельні майданчики; ділянки, сплановані терасуванням схилів чи суцільним підсипанням території або засипанням від'ємних форм природного рельєфу, котловани (результат житлового і промислового будівництва); насипи, виїмки, підземні переходи, поверхні зі штучним покриттям (результат дорожнього будівництва); греблі, дамби, канали, спрямлені та заглиблені русла річок, криниці, підземні резервуари (результат гідротехнічного будівництва і меліорації); вали, рови, оборонні мури і споруди (результат військово-оборонної діяльності); кар'єри, відвали (результат видобування корисних копалин) тощо.

*Свідома зміна* рельєфу відбувається при:

- меліорації земель (терасування і обвалування схилів, будівництво зрошувальної і дренажної мереж);
- будівництві (насипи, греблі, виїмки, канали);
- рекультивації пошкоджених ландшафтів.

*Стихийно утворені* форми антропогенного рельєфу часто виникають в результаті нераціонального ведення господарства (яри, просадки під гірськими виробками та ін.). Небажаний, але часто неминучий результат деяких гірських і будівельних робіт – створення відвалів, кар'єрів, териконів.

Відносно поверхні і форми в плані розрізняють такі форми:

- від'ємні точкові (колодязі);
- від'ємні лінійні (канали, дорожні виїмки);
- від'ємні площинні (кар'єри, підземні переходи);
- додатні точкові (будівлі, які утворюють розріджену забудову);
- додатні лінійні (греблі, дамби, дороги зі штучним покриттям, вали);
- додатні площинні (суцільна забудова);
- змішані антропогенні форми рельєфу, які мають площинне поширення.

*Від'ємні форми рельєфу* (нерівності земної поверхні, заглиблені відносно деякого субгоризонтального рівня) антропогенного походження представлені виїмками, що утворюються при прокладанні транспортних магістралей; будівельними котлованами (рис. 4.2) і кар'єрами по розробці корисних копалин, найчастіше – будівельних матеріалів.

Відпрацьовані кар'єри, за наявності у складі порід основи з

водотривких шарів, наповнюють водою і після відповідних рекультиваційних робіт перетворюють у ділянки рекреації.



*Рис. 4.2. Виймка ґрунту під котлован*

Поява у містах заново утворених *додатних форм рельєфу* (нерівностей земної поверхні, які вивищуються над деяким субгоризонтальним рівнем) пов'язана із зведенням насипів, зокрема при прокладанні транспортних магістралей (рис. 4.3).



*Рис. 4.3. Зведення насипу*

Для вирішення проблеми раціонального і ефективного використання територій, у зв'язку з інтенсифікацією процесів урбанізації і як захід по боротьбі з повеннями, здійснюється намив території. Так, у Києві шляхом гідронамиву відмітку території частини лівобережжя піднято на 2,5 м, що дало можливість побудувати усі лівобережні масиви на додатково одержаних землях.

У містах, що є центром добувної або металургійної промисловості, формуються додатні форми рельєфу у результаті накопичення твердих відходів у вигляді високих відвалів конусоподібної, гребенеподібної або платоподібної форм.

Після проведення необхідних рекультиваційних робіт, включаючи озеленення, ці відвали можуть стати своєрідними елементами міського ландшафту. Приклади подібного ландшафтного рішення можна знайти у вугледобувних районах Германії або Донецького вугільного басейну в Україні.

Для суцільно забудованої частини міста характерним є комплекс змішаних антропогенних форм рельєфу з різким переважанням площинного виду та з наявністю деяких додатних лінійних (дороги зі штучним покриттям), від'ємних точкових (колодязі) і площинних (котловани і кар'єри) форм. На околицях, де забудова розріджена, поширені додатні точкові антропогенні форми рельєфу і додатні лінійні. Для незабудованих частин заплавлі річок характерний лінійний вид додатних (греблі, дамби, дороги) та від'ємних (канали) антропогенних форм рельєфу.

Одним з основних елементів процесу зміни природного рельєфу міської території для інженерно-транспортних потреб і забудови є вертикальне планування міських територій – зміна природного рельєфу шляхом зрізання, підсипання, зміни ухилів і пристосування його для цілей будівництва.

*Вертикальне планування* – це інженерні заходи, пов'язані зі створенням рельєфу, сприятливого для руху транспорту, каналізування районів міста, розміщення підземних споруд, вирішення окремих питань інженерної підготовки території (наприклад, обвалування міста, підйом відміток поверхні міської території вище ділянок, що затопляються паводковими водами, підсипання заболочених ділянок і т. ін.). Воно є обов'язковим і одним із найважливіших заходів з інженерної підготовки і благоустрою міських територій.

Основна мета вертикального планування полягає у створенні спланованих поверхонь, які задовольняють вимоги забудови й інженерного планування території; досягненні найбільшого містобудівного ефекту при мінімальних роботах з вертикального планування і зміні існуючого рельєфу.

Вертикальне планування населених місць забезпечує:

- прийнятні позначки для зведення будівель і споруд; прокладення вулиць, проїздів;
- допустимі для руху транспорту і пішоходів ухили на міських вулицях і площах;
- самопливний стік поверхневих вод (зливових і талих) з міських територій (виняток становлять замкнуті улоговини);
- створення сприятливих умов для прокладання підземних інженерних мереж;
- організацію рельєфу за наявності несприятливих фізико-геологічних процесів (затоплення території, підтоплення її ґрунтовими водами, яроутворення тощо);
- менший обсяг земляних робіт при найкоротших відстанях переміщення земляних мас;
- надання рельєфу найбільшій архітектурній виразності;
- створення (за необхідності) штучного рельєфу;
- вирішення задач при спорудженні крупних і унікальних споруд (спортивного центру, аеродрому тощо).

Велике значення має вертикальне планування при освоєнні територій з несприятливими умовами і наявністю фізико-геологічних процесів. За ступенем перетворення існуючого рельєфу вертикальне планування здійснюють із докорінною його зміною. Найбільш раціональним є спосіб, за якого вертикальне планування проектують лише на окремих ділянках з максимальним, виходячи з наявних можливостей, збереженням існуючого рельєфу території. Докорінна зміна рельєфу визначається об'єктивними причинами, наприклад затоплення територій, які передбачені для містобудівного використання. Суцільне вертикальне планування часто необхідне при створенні загальноміських і районних громадських центрів при щільності забудови більше 25 %, а також при спорудженні таких крупних площинних споруд, як спортивні центри і аеродроми.

Проекти вертикального планування розробляються на основі таких вихідних матеріалів: завдання, планувальні рішення, матеріали попередньої стадії проектування і пошукові матеріали, до яких входять геодезичні, гідрологічні, гідрогелогічні дослідження, дані про розташування у плані і у висотному відношенні інженерних споруд, зелених насаджень, наземних споруд, склад і розмір транспортного і пішохідного руху та ін.



Важливе значення мають геодезичні дослідження, що дають основний матеріал для проектування – топографічні плани, які відображають рельєф території, характеристику ґрунтів, площу розповсюдження і глибину залягання підземних вод та скельних порід, а також визначають ділянки, які піддаються фізико-геологічним процесам (яри, оповзні, карсти тощо).

У практиці містобудування всі ансамблі міста створюються з урахуванням найкращого використання природного рельєфу. Широке застосування типових проєктів житлових будинків викликає зміну не лише загальної композиції забудови, але і прийомів вертикального планування, особливо при вільній забудові, коли, замість розміщення будівель в кварталі на одній висоті, вони розташовуються (по можливості) без зміни природного рельєфу; при цьому проєкти не вимагають значних переробок. Таким чином, проєкт вертикального планування розробляється з урахуванням усього комплексу вимог: гармонійного поєднання рельєфу з розташуванням будинків, зручності під'їздів, збереження ґрунтового шару та існуючої зелені.

Планувальні відмітки території населеного місця намічають на основі таких вимог:

- максимальне збереження природного рельєфу, ґрунтового покриву та існуючих зелених насаджень;
- забезпечення відводу поверхневих вод із швидкостями, які виключають ерозійні процеси;
- мінімізація загального обсягу земляних робіт з дотриманням, як правило, нульового балансу в обсягах виїмки і насипу в межах планованої площі, з урахуванням черговості будівництва;
- обмеження висоти підсипання при необхідності накладення підшви фундаментів на материковий шар;
- скорочення дальності переміщення ґрунту (транспортного об'єму) з ділянок виїмок в насипи.

Вийнята з котлованів під фундаменти і підвали земля часто використовується для створення необхідного мікрорельєфу і надання території забудови мальовничості. Вертикальне планування проводиться таким чином, щоб розміщення земляних мас не викликало зсувних і просадкових явищ, порушень режиму ґрунтових вод і заболочування території.

Вплив процесів сучасного рельєфоутворення на території

міст неоднозначний. Так, зменшення крутизни схилів і перепаду висот завдяки засипці балок і ярів, плануванню і наміванню майданчиків під будівництво знижує енергію схилових та ерозійних процесів. З іншого боку, при цьому зменшуються дренажні можливості території, змінюються природні області розвантаження підземних вод, що призводить до формування верховодки на місцевих водоупорах, підвищення рівня ґрунтових вод, а нерідко і до підтоплення території. Крім того, засипані пониження рельєфу можуть включати старі звалища, що містять токсичні відходи. Такі ділянки мають виявлятися і враховуватися для наступної ліквідації та знезараження.

Рельєф і вертикальне планування впливають прямо або опосередковано на вирішення багатьох містобудівних задач, як в загальній архітектурно-планувальній композиції міста і його елементів, так і в забудові його районів і мікрорайонів, а також в розташуванні промислових підприємств і зон. Причому кожний конкретний вид містобудівного освоєння пред'являє до рельєфу території свої специфічні вимоги і разом з тим характеризується певними видами, інтенсивністю і масштабом перетворень. Практично немає міст, території яких освоювалися і освоюються без здійснення спеціальних, часто вельми складних і дорогих комплексів їх інженерної підготовки.

### **4.3. Ґрунти міських територій**

Будучи найважливішою ланкою біологічного кругообігу речовин, ґрунти продукують основний харчовий та енергетичний матеріал для інших мешканців планети. При цьому вони виконують *функції регулятора*, що підтримує природний склад атмосфери за рахунок перетворення біоти, що відмирає, та продуктів виробничої діяльності людини. Саме ця сторона участі ґрунтів у біологічному кругообігу речовин робить її найважливішою складовою екосистем міст.

Важливий напрямок використання ґрунтів у містах, крім забудови, – створення парків, скверів, газонів, покриттів для спортивних споруд. Дерновий шар ґрунтового профілю використовують для укріплення відкосів при будівництві транспортних виїмок, насипів. Неродючі ґрунти разом з суглинками та іншими ґрунтовими матеріалами застосовують, як основу при будівниц-

тві будівель і споруд. Завдяки високій поглинальній здатності ґрунти виконують роль фільтра для очистки поверхневого стоку. Глини і суглинки використовують для протифільтраційних екранів полігонів захоронення побутових та виробничих відходів.

Різноманітність природних умов на Землі призвела до формування неоднорідного ґрунтового покриву із певною закономірністю зміни типу ґрунтів по природних зонах і у зв'язку з висотною зональністю. У будь-якій точці місцевості ґрунти також неоднорідні і характеризуються диференціацією профілю на більш або менш чітко виражені генетичні горизонти. На формування певного типу ґрунту і ґрунтового профілю впливають клімат, материнські гірські породи, що його підстеляють, рельєф, характер водообмінних процесів, тип природної рослинності, що характерний для даної кліматичної зони, тварини та мікроорганізми, що населяють ґрунти.

У останні століття важливим фактором ґрунтоутворення стала діяльність людини. На урбанізованих територіях, у порівнянні з природними, антропогенний фактор ґрунтоутворення можна вважати переважаючим. *Міські ґрунти (урбаноземи)* – це специфічне утворення, сформоване при активній участі антропогенного чинника і господарської діяльності.

Протягом всієї історії людства дія людини на навколишнє природне середовище постійно зростала. На сучасному етапі розвитку науки і техніки ці дії на геологічне середовище досягли планетарних масштабів, що у свою чергу у значній мірі посилило і *антропогенний літогенез* – геологічний процес формування антропогенних відкладень – багатогранний і багатофакторний процес, пов'язаний з найрізноманітнішими видами життєдіяльності людини.

Антропогенний літогенез за сумарним об'ємом і швидкістю накопичення відкладень співставний з природними літогенетичними процесами, а по деяких показниках перевершує їх. В результаті розвитку гірничої справи, індустріалізації, урбанізації, зростання крупних промислово-міських агломерацій посилюється процес накопичення антропогенних (техногенних) утворень. Щорічно з надр Землі вилучаються величезні маси ґрунтів (до  $6 \text{ км}^3$ ), які перерозподіляються на її поверхні. Щорічно нагромаджуються мільярди тонн різних промислових, господарських і

побутових відходів – тільки одного шлаку за останні десятиріччя скопилося близько 20 млрд. тонн.

Під *антропогенними відкладеннями* розуміється новий тип молодих геологічних утворень, пов'язаних з інженерно-будівельною і господарською діяльністю людини: видобутком корисних копалин, будівництвом, промисловим виробництвом, розселенням (міські і сільські поселення), водним і сільським господарством тощо. Антропогенні відклади, якими складені антропогенні форми рельєфу, поширені на більшій частині території будь-якого міста, вони є характерним елементом геологічного середовища. Приклади розрізів антропогенних відкладів у місті надають ремонтні роботи дорожнього полотна, насамперед у центральній частині, а також початкові стадії будівництва, коли у котлованах також добре видно особливості залягання порід.

Наприклад, потужності антропогенних відкладень в засипаних шахтах досягають 500-800 м; териконів в Уельсі – 300 м; у США (штат Флорида) – 100 м; в Донбасі – 80-100 м. Потужність ґрунтових відвалів з кар'єрів – 100-150 м, частіше 10-30 м, хвостосховищ – до 30-50 м, наливних ґрунтів – 2-8 м. Максимальні потужності культурного шару в містах також значні: Одеса – 44 м, Київ – 44, Лондон – 25, Сан-Франциско – 23, Париж – 20 м тощо. Під *культурним шаром* зазвичай розуміють верхні шари землі великих населених пунктів, які несуть на собі відбиток діяльності людини. Максимальні потужності відкладень в містах приурочені переважно до засипаних долин річок, струмків, ярів, балок, боліт, ставків, кар'єрів, до давно обжитих районів.

Найбільший об'єм і площу поширення мають відходи гірничодобувної промисловості. Крім насипних техногенних відкладень, виділяють наливні, що представлені матеріалами, переміщеними за допомогою гідротранспорту. В таких містах України, як Київ і Харків, є житлові райони, побудовані на наливних пісках. Для районів видобутку корисних копалин характерні наливні відкладення відходів збагачення руд.

Різноманітність антропогенних відкладень за умовами утворення, генезису, віку, складу, стану, міцносним і деформаційним властивостям вимагає особливої уваги. Загальним для них є широке площинне поширення, пухке складення і неоднорідний якісний і зерновий склад.

Для міст характерні так звані *техноземи* – ґрунти, що створюються людиною у процесі рекультивациі тих чи інших об'єктів або господарського освоєння земельних ділянок.

За матеріалом і місцем, де вони утворились чи знаходяться, виділяють такі типи техноземів:

- *техноліти* – техногенно перевідкладені ґрунти, до яких відносять відклади териконів, відвалів, валів, дамб, насипів доріг, наливних і насипних терас, засипаних від'ємних форм;

- *технолітими* – техногенно змінені ґрунти, перетворені механізмами, спорудами, хімічними речовинами, штучними фізичними полями без зміни загального характеру напластування на місці свого залягання;

- *технолітоїди* – техногенно утворені ґрунти, з яких складаються рельєфоїди (різноманітні будівлі); сюди належать бетони, залізо- і склобетони, керамічні, полімерні і композитні матеріали, скло.

Техноземи частково наслідують властивості зональних порушених ґрунтів і гірських порід, частково формуються під впливом потужної техніки, що використовується при укладці ґрунтового шару. Для них характерна відсутність чітко виражених горизонтів, часто мозаїчний характер забарвлення, підвищена щільність і, відповідно, менша пористість.

Повнопрофільні ґрунти, близькі до природних, можуть зберігатися у містах у зоні лісопарків і старих паркових насаджень.

### ***Класифікація антропогенних відкладень***

В інженерно-геологічній класифікації антропогенних відкладень виділено *чотири таксони*:

- групи;
- генетичні комплекси;
- класи;
- види.

За умовами утворення виділено *три групи* відкладень:

- субаеральні (наземні);
- субаквальні (підводні);
- субтеральні (підземні).

Крім того, виділено *сім генетичних комплексів*:

- насипні;
- наливні;

- штучні підводні ґрунти;
- відкладення штучних водойм;
- змінені водні осади природних водойм;
- породи, штучно перетворені в природному заляганні;
- привнесені в породи матеріали і конструкції і стихійне накопичений підземний культурний шар.

У складі семи комплексів по більш детальних і більш конкретних генетичних критеріях виділяють *21 клас* антропогенних відкладень. Так, наприклад, в комплексі насипних ґрунтів виділені класи: будівельних, гірничих, промислових і господарсько-побутових відкладень.

Строкатість складу антропогенних відкладень безмежна. За даними академіка А. П. Виноградова, в результаті життєдіяльності людини з різноманітними відходами в навколишнє середовище надходить близько 600 тис. хімічних речовин. Узагальнено у складі антропогенних відкладень виділяють три групи фацій:

- ґрунтові;
- штучно створені;
- відходи життєдіяльності людини.

Широке поширення антропогенних відкладень підвищило їх будівельне значення, вони все частіше використовуються, як основи і матеріал для споруд. В цілому, за невеликим винятком, антропогенні відкладення належать до найскладніших, строкатих і мало сприятливих в будівельному відношенні типів геологічних утворень, що вимагають диференційованого підходу, детальних і спеціальних досліджень. Недооцінка властивостей сучасних техногенних відкладень може призвести до розвитку небезпечних геологічних процесів, деформації і руйнування будівель і споруд, людських жертв.

#### **4.4. Забруднення геологічного середовища міста**

Ґрунт має величезне значення у зневодненні рідких і в утилізації твердих відходів. У цьому процесі приймає участь численна кількість мікроорганізмів, простіших багатоклітинних та ін. мешканців ґрунту. В результаті їхньої життєдіяльності у ґрунті відбувається розпад органічних речовин на нешкідливі для людини і корисні для рослин мінеральні солі, вуглекислоту і воду. Такий процес самоочищення порушується або під впливом при-

родно-кліматичних умов, або в результаті антропогенного забруднення.

На урбанізованих територіях забруднення ґрунтів відбувається в результаті викидів промислових підприємств, транспорту, підприємств теплоенергетики, витоку з каналізації і відстійників, впливу промислових і побутових відходів, а також певною мірою за рахунок використання пестицидів і добрив.

*Забруднення ґрунтів* на території міст поділяють на механічне, фізичне, хімічне і біологічне.

*Механічне забруднення* полягає у засміченні ґрунтів крупноуламковим матеріалом у вигляді будівельного сміття, битого скла, та ін. відносно інертних відходів. Це здійснює несприятливий вплив на механічні властивості ґрунтів.

*Хімічне забруднення* ґрунтів пов'язане з проникненням у них речовин, що змінюють природну концентрацію хімічних елементів до рівня, що перевищує норму, внаслідок чого змінюються фізико-хімічні властивості ґрунтів. Цей вид забруднення є найбільш поширеним, довготерміновим і небезпечним.

*Біологічне забруднення* пов'язане з привнесенням у ґрунтове середовище і розмноженням у ньому небезпечних для людини організмів. При неправильних методах видалення твердих побутових відходів у ґрунті розмножуються мікроорганізми, які можуть бути збудниками багатьох інфекційних хвороб. Продукти забруднення із ґрунту потрапляють у поверхневі і ґрунтові води, сільськогосподарські культури, що сприяє поширенню захворювань людей і тварин на значних територіях. Бактеріологічні, гельмінтологічні та ентомологічні показники стану ґрунтів міських територій визначають рівень їх епідеміологічної небезпеки. Ці види забруднення підлягають контролю перш за все на території селітебних і рекреаційних зон.

Аварії на АЕС та випробування ядерної зброї супроводжуються забрудненням ґрунту *радіонуклідами*.

Фізична дія крупного міста з розвинутою транспортною мережею, великим промисловим і енергетичним потенціалом виявляється в місцевій зміні температурного, електричного і магнітного полів. Виникають вібраційні поля. Створюється так зване *фізичне забруднення* геологічного середовища міста.

Виявляючись на локальній території, ці техногенні фізичні

поля по інтенсивності значно перевершують природні аналоги, створюючи на території міста високі градієнти характеристик. Порівняльна характеристика природних і техногенних фізичних полів наведена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

### Порівняльна характеристика фізичних полів міської території

Вид поля	Інтенсивність		
	одиниці щільності	природне	техногенне
Вібраційне (динамічне)	Вт/м <sup>2</sup>	відсутнє	10 <sup>-5</sup> - 10 <sup>-4</sup>
Теплове	Вт/м <sup>2</sup>	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-1</sup>	більше 1
Електричне (щільність блукаючого струму)	А/м <sup>2</sup>	менше 10 <sup>-3</sup>	до 10

Техногенна дія надає геологічному середовищу додаткову кількість енергії через статичні (вага споруд), динамічні (вібрація), температурні і електричні поля. Накопичення надлишкової енергії в середовищі, яке служить основою фундаментів або вміщає інженерні споруди і комунікації, несе в собі небезпеку погіршення якості цього середовища.

Дія *вібраційного* поля на літогенну основу міського середовища є різною, залежно від типу порід, на які впливає вібрація. Скельні і напівскельні ґрунти, що мають пружні властивості, передають вібрацію від джерела до об'єкта дії без значного поглинання енергії коливань. При вібраційній дії на дисперсні породи часто відбуваються необоротні зміни їх структури, наслідком чого є зменшення міцності, нерівномірне ущільнення і т. ін. При схильності масиву порід до прояву таких геологічних процесів, як пустоти, обвали, карет, пливунні явища, дія вібрації може викликати переміщення порід і тим самим значно посилити інтенсивність і негативні наслідки цих явищ.

Основним джерелом вібрації по відношенню до літогенної основи території й інженерних об'єктів, що знаходяться у її товщі, є транспортні магістралі. Верхня межа допустимої вібраційної дії на геологічне середовище становить 73 дБ, що відповідає швидкості переміщення частинок породи  $225 \cdot 10^6$  м/с. Ці умови створюються, коли поряд з автомобільним транспортом функціонує рейковий транспорт з регулярним рухом.

*Теплове забруднення* геологічного середовища в містах являє



собою підвищенням її температури порівняно з природними значеннями. На території великого міста порушення температурного режиму може спостерігатися до глибини 100-150 м і більше. При цьому на горизонтах 10-30 м спостерігається тенденція до розширення за площею геотермічних аномалій з підвищенням на 2-6 °С фонових значень температури гірських порід і підземних вод.

Під впливом надлишкового тепла може відбуватися локальне просушування порід із зміною їх міцності. З підвищенням температур ґрунтових вод зростає швидкість хімічних реакцій в зоні їх контакту з матеріалами підземних споруд. Встановлено, що швидкість корозії сталі будівельних марок лінійно зростає при зміні температур від 0 °С до 80 °С. Збільшення температури порід і підземних вод активізує діяльність мікроорганізмів, що є агентами біокорозії. Найпоширенішими джерелами теплового забруднення геологічного середовища міських територій є магістральні теплопроводи і мережі гарячого водопостачання.

На ділянках *промерзання* ґрунтів при будівництві котлованів у обводнених умовах і прокладанні трас метрополітену в складних інженерно-геологічних умовах під впливом холодоносія з температурою від -10°С до -26 °С істотно змінюються властивості водонасичених порід, порушуються режими водо-, масо-, і теплообміну, а також умови існування мікробіоценозів.

*Електричне поле* блукаючого струму у ґрунтах пов'язано з рейковим електротранспортом. Дія його спричинює підвищення корозійної активності середовища. Небезпека корозії виникає при щільності блукаючого струму у  $5 \cdot 10^{-2}$  А/м<sup>2</sup>, тоді як реально спостережувана їх щільність у містах у 200 разів вища. При високому рівні електричного впливу швидкість корозії сталі складає до 2 мм на рік, а терміни безаварійної служби трубопроводів скорочуються удвічі. Витоки із трубопроводів у свою чергу служать новими джерелами забруднення геологічного середовища міст.

Гірські породи є одним з природних джерел *опромінення* жителів міст. Від вмісту в породах радіонуклідів радію, торію і калію залежить як зовнішнє, так і внутрішнє опромінення людей. Внутрішнє опромінення найбільшою мірою пов'язане з надходженням через органи дихання газу радону, який є продук-

том радіоактивного перетворення елементів уранового ланцюга. Цей газ має здатність витікати з порід, проникати через отвори у підлозі і стінах, через стики елементів конструкцій в приміщенні і нагромаджуватися на перших поверхах будівель.

Безпосереднім джерелом виділення радону є радій-226. За вмістом цього ізотопу гірські породи істотно розрізняються. Особливо високий вміст радію може бути в деяких різновидах гранітів, а з осадових порід – в глинистих сланцях, що збагачені органічною речовиною. Рівень радоновиділення залежить не тільки від концентрації в них радіоізотопів, але і від структурно-тектонічних особливостей території. У зонах тектонічних розломів і підвищеної тріщинуватості порід виділення радону відбувається більш інтенсивно.

На Україні райони з підвищеним радоновиділенням приурочені в основному до території Українського кристалічного щита і північно-західної частини Донецького басейну. Підвищена радіоактивність порід основи і техногенних відкладень, на яких побудовані міста й інші населені пункти, встановлена у США, Австралії, Німеччині, Фінляндії, Швеції й інших країнах.

Антропогенний вплив на літосферу, крім прямої дії – зміни поверхні, збільшення статичного і динамічного навантаження (будівництво доріг, будівель, тунелів, розвиток промисловості, сільського господарства), здійснюють вплив на зміну і активізацію природних ресурсів (зміна водного і теплового режиму, просадки, провали, оповзні, суфозія і т. ін., активізація землетрусів).

Загалом антропогенна дія на компоненти геологічного середовища міст виявляється в:

- зростанні інтенсивності вивітрювання за рахунок зміни складу атмосферного повітря (випадання кислотних дощів і кислотних рос);
- зміні рівня ґрунтових вод і їх складу, що призводить до зміни властивостей порід основи;
- зміні складу літогенної основи міських територій за рахунок насипання і намівання техногенних відкладень і аерозольних випадінь із атмосфери;
- зміні характеристик фізичних полів в межах міських агломерацій.

Для уникнення критичних ситуацій, що представляють за-

грозу для життя людей і які призводять до деформації і руйнування будівель і споруд, важлива достовірна оцінка сучасного стану геологічних об'єктів і процесів, прогноз їх зміни в часі при взаємодії з об'єктами техносфери.

#### 4.5. Порушені землі міста

Масові порушення земель гірничодобувними, металургійними, енергетичними і комунальними підприємствами, нагромадження відходів промислових підприємств призводять до нерационального використання земельних ресурсів, погіршення умов навколишнього середовища, зміни екологічної рівноваги в районі розробки родовищ, використання для цілей містобудування орних і залісених угідь, низької природноландшафтної привабливості територіального потенціалу, втрати цілісного композиційного шару містобудівних утворень.

Інженерно-геологічні процеси зазвичай приурочені до ділянки будівництва чи охоплюють території, що знаходяться в безпосередній близькості до неї. Під їхнім впливом формуються *інженерно-геологічні умови*.

За визначенням І. В. Лазаревої, *порушення території* – це порогова, понадкритична зміна будь-якої з характеристик інженерно-геологічних умов території, що обмежує конкретне її функціональне використання без проведення *рекультивациі*, тобто комплексу робіт, спрямованих на відновлення біологічної або господарської цінності порушених земель (рис. 4.4).

Виділяють такі *типи* порушених територій:

- затоплювані;
- підтоплювані;
- з порушенням ґрунтових умов;
- з порушенням рельєфу;
- яружні, зсувні, абразивні тощо;
- з техногенно зміненою сейсмічністю;
- геохімічно аномальні.

Практично в кожному місті з'являються та розвиваються порушені території усіх типів. Так, наприклад, площі порушених територій у містах Донбасу складають від 15 % до 32 % загальної площі міських територій, створюють особливі обриси індустріального пейзажу у межах міста.

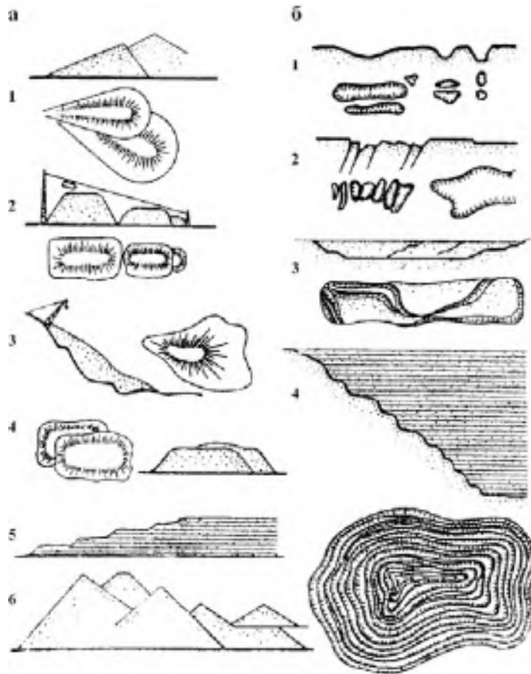


Рис. 4.4. Типи порушених земель (за І. В. Лазаревою)

а) акумулятивні (відвали): 1 – конусні; 2 – хребтові; 3 – секторні; 4 – плоскі; 5 – терасоподібні; 6 – гребенеподібні;  
 б) денудаційні: 1, 2 – провали; 3 – просадки, прогини; 4 – кар’єрний простір

Згідно функціонально-планувальних і композиційних зв’язків порушених територій і техногенних ландшафтів з компонентами міського середовища, їх розміщення в системі архітектурно-ландшафтних зон виділяють такі *структурні групи* елементів техногенних ландшафтів: точкові, лінійні й очагові.

*Точкові елементи* представлені окремо розташованими порушеними територіями і є по суті локальними, просторово недостатньо розвиненими утвореннями.

*Лінійні елементи* являють собою лінійно розвинуте утворення – власне лінійний тип або лінійна концентрація близько розташованих точкових елементів техногенного ландшафту – лінійно-дискретний тип.

*Очагові елементи* являють собою просторове утворення (іноді невизначеної геометричної форми), сформоване близько розташованими групами елементів точкового або лінійного типу – очаговий дисперсний. Очагові структурні групи елементів можуть бути утворені одним видом порушення з великою площею території, яку вони займають (100 га і більше).

Виділяють такі *різновиди структур* порушених земель (техногенних ландшафтів):

- дисперсна (розміщення порушених територій з відсутністю зв'язків між їхніми окремими елементами), характерна для центральних архітектурно-ландшафтних зон міст;
- мережна (розміщення порушених територій смугами і плямами розміром 0,1-1 км, які або пов'язані між собою або можуть бути пов'язані в результаті містобудівного коректування), характерна для середніх архітектурно-ландшафтних зон;
- лінійна (територіально пов'язані між собою порушені території) розміщені смугою шириною 0,1-0,5 км у центральних архітектурно-ландшафтних зонах, і до 1-2 км – на периферії;
- фонові (рівномірне розміщення невеликих за площею порушених територій у планувальній структурі середніх і малих міст), характерна для містобудівних систем з розосередженим типом планувальної структури;
- радіальна (відносне однорідне розміщення порушених територій у напрямках від центра містобудівних систем до периферії), характерна для великих і середніх міст.

Послідовність процесу вивчення порушених територій складається з чотирьох основних етапів:

1-й етап – збір інформації, що ілюструє фактори існуючої ситуації. Для кожної конкретної ділянки характерна своя система факторів, що визначають ситуацію, які можна ранжувати по таких групах: фактори містобудівної ситуації, ландшафтні і природно-кліматичні фактори; фактори, що відбивають особливості архітектурної композиції ділянки; його санітарно-гігієнічні характеристики.

2-й етап – аналіз факторів на основі їх визначальних залежностей. Аналізу підлягають фактори, зміна яких теоретично можлива, припустима або неможлива при архітектурній реабілітації міського середовища.

3-й етап – встановлюється ієрархія факторів, на основі якої визначається напрямок реабілітаційних заходів. Для цього виділяють групи факторів: зміна яких необхідна, можлива у визначених межах, небажана для нормального функціонування відновлюваної ділянки.

4-й етап – використання даних архітектурної оцінки порушених територій для розробки і порівняння конкуруючих альтернативних варіантів проектного рішення.

Містобудівне використання порушених територій передбачає досягнення їхньої функціональної відповідності потребам інтенсивного розвитку містобудівних систем, збереження принципної функціонально-планувальної основи необхідної містобудівної ситуації, здатність видозмінюватися в залежності від напрямків територіально-планувального розвитку міста, забезпечення територіального і візуального взаємозв'язку з природними й антропогенними ландшафтами.

#### **4.6. Небезпечні геологічні процеси на міських територіях** *Ендогенні й екзогенні геологічні процеси*

Геологічний вигляд будь-якої території постійно змінюється, інколи швидко, частіше – непомітно для людини. Геологічні процеси, що призводять до цих змін, називають *ендогенними*, якщо вони пов'язані з проявом внутрішньої енергії Землі, та *екзогенними*, коли викликаються дією зовнішніх факторів – вітру, опадів, поверхневих і підземних вод тощо.

Геологічні та інженерно-геологічні процеси, що здійснюють негативний вплив на території, господарські і промислові об'єкти, життєдіяльність людей, називають *небезпечними геологічними процесами* (НГП).

До *ендогенних* НГП відносять землетруси та виверження вулканів – природні катаклізми, що протікають із значними швидкостями, які руйнують екосистеми, у т. ч. і мегаполіси. Землетруси і виверження вулканів пов'язані з глибинними процесами Землі і по своїх наслідках є одними із найбільш руйнівних природних явищ.

##### ***Землетруси***

*Землетруси* – короткочасні коливання земної кори, пов'язані із стрибкоподібним вивільненням енергії в деякому просторі

усередині Землі. При сильних землетрусах у їх вогнищі – гіпоцентрі – виділяється енергія до  $10^{18}$  Дж. На поверхні Землі, особливо в області епіцентру, що знаходиться над гіпоцентром, виникають тріщини завдовжки до декількох кілометрів, шириною до декількох метрів і глибиною до 10 м, провали, що поглинають будівлі і людей. Землетруси часто стимулюють розвиток зсувів, обвалів, повеней, цунамі.

Інтенсивність землетрусів визначається за 12-бальною шкалою Ріхтера, що враховує характер і зовнішній ефект землетрусу: максимальне прискорення деформації ґрунту, ступінь пошкодження і руйнування будівель, реакцію людей і тварин і т. ін. Небезпечними для життя людей і цілісності споруд зазвичай є землетруси силою більше 5 балів.

Інтенсивність землетрусів залежить від властивостей гірських порід, в яких поширюються сейсмічні хвилі, глибини залягання підземних вод, тектонічних порушень і глибини гіпоцентру землетрусу. В пухких породах, особливо обводнених, інтенсивність землетрусу зростає. Підвищенню сейсмічності території сприяє високий рівень стояння підземних вод, наявність різко окреслених форм рельєфу – крутих схилів, горбів, ярів.

Геологічні структури і тектонічні порушення, розташовані упоперек руху сейсмічних хвиль, зменшують інтенсивність землетрусу. Безпосередньою причиною руйнування будівельних конструкцій при землетрусі є інерційна сила  $P$ , що виникає в масі споруд в результаті сейсмічного поштовху. Величина її визначається виразом:

$$P = K \cdot \alpha \cdot M, \quad (4.1)$$

де:  $K$  – коефіцієнт сейсмічності;  $\alpha$  – сейсмічне прискорення,  $\text{м/с}^2$ ;

$M$  – маса споруди, т.

### ***Грязьовий вулканізм***

Досить поширеним явищем в нафтогазоносних районах є *грязьовий вулканізм*. *Грязьовий вулкан (сальза)* – геологічні утворення над тріщинами в осадових відкладах, що вміщують поклади газу з високим тиском. З ними пов'язане постійне або періодичне виверження грязьових мас, горючих газів тощо. Грязьовулканічні утворення можуть мати діаметр від сотні метрів до декількох кілометрів, але не завжди достатньо чітко виражені у

рельєфі. Грязьові вулкани починають діяти, коли пластовий тиск в глинистих породах, до яких вони зазвичай приурочені, перевищує гідростатичний. Тоді гази, до складу яких входить метан, оксид вуглецю, азот, сірководень, аргон, викидають з глибини воду, уламки порід, перетертий глинистий матеріал. Так, під час виверження у 1982 р. один з вулканів у м. Керчі викинув до 100 тис. м<sup>3</sup> так званої сопкової брекчії, що призвело до просадки земної поверхні і розривів водоводів.

Активна господарська діяльність призводить до інтенсифікації екзогенних геологічних процесів, інколи їх називають техногенними або інженерно-геологічними. *Техногенні порушення* земної кори в результаті господарської діяльності – підвищення рівня ґрунтових вод в результаті обводнення території; перерозподіл мас у геологічному середовищі за рахунок відкачування газу, нафти, підземних вод; створення водосховищ та відвалів гірських порід великого об'єму спричинюють підвищення сейсмічної активності.

В даний час на території України значний вплив на виникнення надзвичайних ситуацій здійснює більше 20 видів геологічних процесів, у т. ч. природних, природно-техногенних і техногенних. Прояв цих процесів значно ускладнює господарське освоєння території і завдає великі збитки економіці держави, а інколи призводить до катастрофічних наслідків.

Формування своєрідного селітебного ландшафту із великою кількістю виїмок, пухких техногенних відкладень, освоєння схилів і заболочених ділянок на території промислово-міських агломерацій призвело до різкої активізації *екзогенних* геологічних процесів. В Україні нараховується більше 320 міст і населених пунктів міського типу, які потребують захисту від тих або інших НГП. Найпоширенішими і небезпечними на території України є такі природні процеси: зсуви, підтоплення, просідання, ерозія, абразія і карст. Активізація цих процесів на небезпечних територіях відбувається під впливом метеорологічних, гідрологічних, гідрогеологічних, сейсмічних чинників. Основною руйнівною силою цих процесів є підземні (для абразії – поверхневі) води. Коливання в кількості і якості підземних вод, які доповнюються зміною температурного режиму, стають показником активізації того або ін. природного процесу.



### *Зсув ґрунту*

Одним з найбільш поширених НГП на території міських агломерацій є зсуви. *Зсув* – ковзаюче зміщення мас порід природного схилу або штучного відкосу під впливом сили тяжіння (рис. 4.5).



*Рис. 4.5. Зсув ґрунту*

Переміщення земельних мас відбувається в зв'язку зі зміною водно-фізичних властивостей ґрунтів за участю поверхневих і підземних вод, а також під впливом атмосферних явищ. Тіло зсуву являє собою масу породи, що сповзає зі схилу, обмежену знизу поверхнею ковзання. Поверхня тіла зсуву зазвичай нерівна, з локальними пониженнями і одним або декількома терасоподібними уступами. У місці відриву тіла зсуву утворюється від'ємна форма рельєфу, яку називають цирком зсуву. У нижній частині зсуву спостерігається підвищення, яке називається валом випору. За формою, об'ємом, типом, швидкістю руху та ін. ознаками зсуви дуже різноманітні. Об'єм зсувів може змінюватися від десятків до сотень кубічних метрів, швидкість руху – від міліметрів на тиждень до десятків кілометрів на годину. Крім діючих зсувів, виділяють завмерлі, рух яких протягом тривалого часу геодезичними методами не фіксується.

*Причиною* сходження зсуву є порушення рівноваги схилу. Причини виникнення зсувів поділяють на пасивні і активні. До *пасивних* причин належать: геологічна будова схилу, рельєф місцевості, крутизна схилів. До *активних* – дія поверхневих і підземних вод, атмосферні явища (сонце, вітер, опади, температура), сейсмічні явища, а також діяльність людини (підрізка схилів або привантаження їх, тобто порушення рівноваги земляних мас).

Найбільш інтенсивні зсувні явища спостерігаються на схилах гір і на крутих берегах річок і морів (Чорноморське узбережжя Кавказу і Криму, круті схили вздовж Дніпра, Волги та інших річок).

Фактори, що спричинюють утворення зсуву, поділяють на природні і антропогенні.

До *природних факторів* відносять:

- послаблення міцності порід, що складають схил, внаслідок перезволоження атмосферними опадами та вивітрювання;
- збільшення крутизни схилу внаслідок підмивання водою;
- сейсмічні поштовхи.

До *антропогенних факторів* відносять:

- перезволоження порід за рахунок витоків, підтоплення або поливу території;
- підрізку схилів при прокладанні доріг, трубопроводів або розробці кар'єрів;
- додаткове навантаження на схил внаслідок його забудови;
- вібраційний вплив транспортних засобів або вибухів.

Стимулює появу обвальних-зсувових процесів в поєднанні з вібрацією підрізування схилів при прокладанні транспортних магістралей, виїмка великої кількості породи при будівництві й ін. зміни рівноваги в межах масивів порід і ґрунтів. Як правило, на території міст декілька факторів діють одночасно, що призводить до підвищення частоти проявів зсувових процесів.

Зсуви виявляються на відносно незначній площі, проте мають значні негативні наслідки, внаслідок здатності до швидких деформацій і руйнувань будівель, споруд, господарських об'єктів і комунікацій.

Активізація зсувів в багатьох регіонах України носить руйнівний характер і завдає значних економічних і екологічних збитків. Тільки протягом останніх декількох років від зсувів постраждала більшість гірських районів Закарпаття, споруди в містах Дніпро, Кам'янське, Чернівці.

За даними Державної геологічної служби станом на 2013 р. на території України зафіксовано понад 22 тисячі зсувів. Їх кількість, в порівнянні з обстеженням у 80-х роках минулого століття, збільшилася майже на 45 %, а площа поширення – на 28,8 %. Активна господарська діяльність без проведення необхідних інженерно-захисних заходів викликала розповсюдження цих про-

цесів на території майже 200 міст і селищ міського типу Вінницької, Дніпропетровської, Донецької, Закарпатської, Запорізької, Івано-Франківської, Луганської, Львівської, Миколаївської, Одеської, Полтавської, Сумської, Тернопільської, Харківської, Хмельницької, Черкаської, Чернівецької областей, що створює постійну загрозу виникнення надзвичайних ситуацій.

Основною причиною зсувів у Чернівцях (1962, 1963, 1965, 1974, 1979, 1991, 1995, 1999 роках, катастрофічні – у 1995 та 2010 рр.) є перезволоження порід схилу внаслідок неврегульованості поверхневого стоку, порушення умов дренажу території і підвищення рівня ґрунтових вод в результаті витоків з водогінних комунікацій. Ці чинники діють на фоні природної високої зволоженості території (кількість атмосферних опадів складає 600-700 мм на рік).

У червні 1997 р. відбувся катастрофічний зсув у Дніпрі на житловому масиві «Тополя-1», який призвів до руйнування багатопверхового житлового будинку, школи, двох дитячих садків, одноповерхових житлових будівель, вивів з ладу інженерні комунікації. Основним чинником утворення зсуву став підйом рівня ґрунтових вод, що відбувся на цій території в останні десятиріччя зі швидкістю 0,5-1 м/рік внаслідок витоків з водогінних комунікацій і порушення режиму підземних вод при забудові схилу річкової долини. У 1997 р. живлення ґрунтових вод внаслідок атмосферних опадів склало 801 мм/рік при середньобаторічній нормі 483 мм/рік, а за рахунок техногенних витоків на ділянці зсуву – 800 мм/рік. Крім того, утворенню зсуву сприяло екранування ділянки розвантаження ґрунтових вод делювієм і вібраційне навантаження від потягів, що проходили по балці. Особливістю цього зсуву була його «блискавичність» – сповзання водонасичених лесових порід відбулося протягом 10 год.

В Донецькій області спостерігалось більше 188 зсувів лише за декілька років загальною площею 9 км<sup>2</sup>. У приморських містах – Керчі, Маріуполі, Одесі, Очакові, Севастополі зсуви сполучаються із абразійними процесами.

**Селі.** Зсуви часто є постачальниками матеріалу для грязьових потоків – селів. *Селі* – водні потоки, насичені твердим матеріалом (бруд, каміння). Частіше за все вони формуються під час зливових опадів та сніготанення у горбистих або гірських райо-

нах при наявності значної кількості пухкого, вивіреного матеріалу. Основні ознаки селів – раптовість та короткочасність дії. Селі мають значну швидкість руху і велику руйнівну силу. Область живлення селю зазвичай являє собою верхню частину водозбірного басейну, що має круті схили. Область транзиту – шлях руху селю по лінії найбільшого падіння (25-40 °), де його швидкість максимальна. Областю розвантаження є нижня частина долини річки або рівнина, де селі різко уповільнює рух і відбувається розвантаження принесеного матеріалу.

Залежно від кількісного співвідношення у складі селю води і твердого матеріалу, а у складі твердого – глинистих, дрібно-уламкових частинок і уламків порід – їх поділяють на зв'язні, незв'язні, грязьокам'яні і водокам'яні. Густина селевих потоків коливається у широкому діапазоні – від 1100 до 2500 кг/м<sup>3</sup>. Найбільша щільність у зв'язаних селів, найменша – у водокам'яних. Особливістю грязьокам'яних і водокам'яних селів є заторний характер їх руху. Селева маса цих потоків неоднорідна. Дрібні частки рухаються у завислому стані, великі – галька, щебінь, дрібне каміння – рухаються по дну. Велике каміння, що входить до складу селевої маси, може рухатися потоком лише при прориві тимчасових нагромаджень великих каменів або при різкому звуженні і повороті русла, коли швидкість потоку значно зростає. Внаслідок затримок біля перешкод селі рухається окремими, що слідує одна за одною, хвилями, або валами, висота яких сягає 2-6 м. Кількість окремих валів селю дуже різна – спостерігалось 10-14 і навіть 80 валів.

Селевий потік являє велику небезпеку завдяки значній швидкості просування (до 15 м/с) і великій руйнівній силі – його тиск на перешкоду досягає 12 т/м<sup>2</sup>. Основну загрозу селеві потоки представляють для невеликих населених пунктів, розташованих безпосередньо в зоні конуса їх винесення (рис. 4.6).

Селеві потоки завдають значних збитків народному господарству, частково або повністю руйнують гідротехнічні споруди і населені пункти, мости, шляхи, заносять поля, садки, завдають значної шкоди людям.

Водокам'яні селі, які рухаються з великою швидкістю і перемішуючи уламки гірських порід масою до кількох тонн, мають величезну руйнівну силу.

В Україні активний прояв селів спостерігається у Карпатах у долинах річок Дністер, Прут, Тиса, Черемош, у районах з кількістю опадів 1000-1600 мм/рік. У Криму водокам'яні селі з періодичністю від 20 до 7 років спостерігаються у долинах річок Альма, Бельбек, Кача.



*Рис. 4.6. Наслідки сходження селевого потоку*

Утворення селів часто провокується наявністю техногенних відкладень. В Києві у 1961 р. при будівництві трамвайно-тролейбусного депо в районі Бабиного Яру здійснювалося планування території методом гідронамиву піску із зведенням серії захищаючих гребель. В результаті перенасичені водою ґрунти греблі перетворилися на селевий потік, який обрушився на житловий район міста – Куренівку, де переважали одноповерхові будинки. Катастрофа супроводжувалася численними людськими жертвами.

### ***Підтоплення***

Серед значної кількості стихійних лих, безпосередню загрозу для людини представляють небезпечні процеси техноприродного характеру, до яких належить підтоплення.

До *підтоплених міських територій* відносять такі, на яких рівень ґрунтових вод (РГВ) розташований ближче, ніж за 2,5-3 м від поверхні землі, тобто досягає глибин розташування більшості підземних комунікацій, підвалів будівель і споруд. На території зелених насаджень, згідно з санітарними нормами, допускається підвищення рівня ґрунтових вод до одного м від поверхні.

Основні причини підтоплення у містах такі:

- зміна умов поверхневого стоку, створення водосховищ;
- засипання природних дрен – ярів, балок, стариць;
- недостатній розвиток мережі зливової каналізації і незадовільний її стан;
- розвиток мереж водопостачання без відповідного будівництва системи водовідведення;
- значний витік води із мереж водопроводу і каналізації;
- надмірний полив вулиць, газонів і бульварів;
- перерозподіл снігу і його танення в місцях скупчення;
- барражний вплив дорожніх насипів, свайних палей, колекторів великого діаметру і тунелів метрополітену (барражний ефект виникає в результаті підйому РГВ перед перешкодою по потоку і зниженням за нею, внаслідок перекриття потоку фільтрації підземних вод).

Під впливом перетворення рельєфу, регулювання поверхневого стоку, витоків із водогінних комунікацій відбувається зміна гідрогелогічного режиму міської території. Наслідком цього є підвищення РГВ, а нерідко і підтоплення певних ділянок міста. Підтоплення в силу великої різноманітності природних умов і складу порід території міської агломерації, відбувається по-різному. В одних випадках може відбуватися підвищення РГВ, в інших – формування техногенної верховодки або техногенного водоносного горизонту. Пов'язане з цим водонасичення порід спричиняє вимивання частинок і просідання ґрунтів. Внаслідок обводнення знижується міцність і несуча властивість порід основи, що призводить до передчасної деформації і руйнування будівель і споруд. Затоплення підземних комунікацій і конструкцій спричиняє руйнування їх матеріалів і вихід з ладу частини підземної інфраструктури. На підтоплених територіях зростає вологість ґрунтів. Стала тенденція такого роду призводить до заболочування місцевості, затоплення низин, обводнення підвалів і погребів, пригнічення рослинності, зміні фіто- і зооценозів даної території.

Підтоплення має дуже небезпечні наслідки там, де воно активізує суфозію, карст, тунельну ерозію тощо. Провали, що розвиваються при цьому, призводять до руйнування будівель і розриву комунікацій. Підвищення вологості глинистих ґрунтів, що мають здатність до набухання, викликає збільшення їх об'єму, а

це часто призводить до нерівномірного спучування конструкцій і їх пошкодження. Крім того, підтоплення підвищує сейсмічність території, провокує зсувові процеси, як у Дніпрі і Чернівцях.

Процеси підтоплення як природного, так і техногенного походження, відмічені на значній території України – близько 96 тис. км<sup>2</sup>, або 16 % території держави. Так, за останні 20 років загальна площа земель і кількість міст та сіл з проявами підтоплення зросли удвічі. Ним охоплено території близько 540 міст і селищ міського типу, у 97-ми з них – площа підтоплення може досягати 30, а з врахуванням потенційного підтоплення навіть понад 50 % території міста, як, наприклад, у Харкові. РГВ у Києві з 1960 р. піднявся на 1,5-2 м (2006 р.). Це призвело до просідання рейок на коліях метрополітену на 10-15 см, внаслідок чого швидкість руху потягів зменшена з 60 до 40 км/год.

За експертними оцінками, від підтоплення в тій чи іншій мірі страждають до 16 млн. людей, соціально-економічні збитки складають від 1500 до 2000 гривень на один га уражених територій в сільській місцевості і 10-12 тис. грн. на гектар території міст.

За ступенем і механізмом процесів підтоплення на території України виділяють:

- території загального підтоплення в умовах неглибокого природного залягання ґрунтових вод (північна і північно-західна частина України);
- території переважно природно-техногенного розвитку підтоплень внаслідок техногенного живлення ґрунтових вод, високих гідроекологічних навантажень на слабопроникні ґрунти і підстилаючі гірські породи;
- території впливу гірничодобувних регіонів з масовим закриттям шахт і прискоренням підвищення рівня підземних вод;
- прибережні території південних регіонів з низьким регіональним дренажем і значними площами зрошуваних земель.

Основними *природними причинами* підтоплення міст і сіл України є розміщення населених пунктів на знижених ділянках місцевості, зокрема в річкових долинах, в приморських смугах, долинах і схилах балок, ярів. Причинами підтоплення також є опади, ерозія річкових долин, коливання водного режиму річок.

Основними *техногенними причинами* підтоплення міст і сіл України є порушення умов стоку поверхневих вод різними ви-

дами будівництва, незадовільний стан природних дренажних систем (створення штучних водойм, замулення річок, засипання балок, ярів, озер), незадовільний стан систем водопостачання і каналізації, відсутність централізованих систем водовідведення, будівництво водосховищ, ставів, каналів, а також зрошування, затоплення підземних виробок при закритті шахт і припиненні експлуатації відкритих виробок.

Наразі спостерігається негативна тенденція збільшення підтоплених площ в зонах впливу водосховищ і зрошувального землеробства. На активізацію НГП, особливо підтоплень, на території України істотно впливають гірничодобувні роботи. Значну еколого-геологічну проблему створює використання «мокрої консервації» шахт, що призводить до підтоплення і засолення земель, ослаблення несучих властивостей ґрунтів, шахтних конструкцій, негативно впливає на питне і господарське водопостачання. Також, «мокра консервація» шахт створює проблему підтоплення оброблюваних заплавних земель для регіонів Західного Донбасу, Львівсько-Волинського басейнів. Сумарне просідання земної поверхні в Західному Донбасі після обробки може досягти 5-7 м, внаслідок чого в зоні затоплення і підтоплення виявиться до 14,4 тис. га. Аналогічні процеси відбуваються на території Львівсько-Волинського вуглепромислового басейну.

### ***Затоплення***

Міські території, розташовані на берегах річок і інших водойм досить часто зазнають дії різних фізико-хімічних процесів в результаті впливу хвиль і течій річок.

*Затоплення*, тобто утворення вільної поверхні води над землею поверхнею, є одним із найбільш поширених природних процесів, пов'язаних із виходом річки з берегів. Воно завдає значних матеріальних збитків і супроводжується людськими жертвами (рис. 4.7).

Затоплення у заплавах річок залежить від загальної кількості і розподілу атмосферних опадів, інфільтраційних характеристик і рельєфу місцевості. Воно може відбуватися в результаті швидкого танення снігу і льоду, нагінних явищ у гирлі річок, підпору річкового стоку або прориву гребель.

Затоплення на урбанізованих територіях характеризується рівнем підняття і частотою повторюваності. Ці характеристики



знаходяться у прямій залежності від площі з водонепроникним покриттям (забудова, асфальт) та від об'єму зливового стоку.



*Рис. 4.7. Затоплена електрична підстанція*

Залежно від причин виникнення і тривалості дії розрізняють тимчасові і постійні затоплення. *Тимчасові затоплення* властиві територіям, які розташовані на берегах річок з неврегульованим режимом. Вони відбуваються в результаті підвищення горизонту води при таненні снігів і за великих дощів і мають, як правило, сезонний характер. *Постійне затоплення* територій відбувається при здійсненні крупних гідротехнічних робіт, пов'язаних з будівництвом гідроелектростанцій, гребель і створенням водосховищ.

Практично усі міста України, розташовані у заплавах річок, частково затоплюються, особливо у роки з високою водозабезпеченістю.

Періодичні затоплення нагінної природи характерні для Санкт-Петербурга, де під дією морського вітру багатоводна Нева починає рухатися назад, заливаючи міські вулиці і будівлі.

### ***Ерозія***

Одним з найбільш небезпечних природних процесів є *ерозія*, особливо яружна. *Яроутворення* являє собою фізико-геологічний процес, який викликає зміну поверхні території і порушення стабільного стану рельєфу. Яри являють собою досить глибокі тальвеги, котрі простягаються від високих точок водорозділу до водойми. Причиною утворення ярів є розмивання ґрунтів зливовими і талими водами. Вони розвиваються в пухких породах, лесових ґрунтах, суглинках і глинах.

Яри поділяють на діючі і затухаючі. *Діючі яри* небезпечні для міської території, оскільки порушують стабільність поверхні землі, що може призвести до руйнування будинків і споруд. *Затухаючі яри* характеризуються стабільним станом форми, пологіми схилами, зарослі травою і кущами.

В містах яружна ерозія часто стимулюється збільшенням водності тимчасових водотоків за рахунок витоків з водопровідної мережі і каналів зливого стоку. Наприклад, в Києві є велика кількість ярів, в основному прив'язаних до долин Дніпра і Либіді. Їх довжина досягає 2-5 км, глибина – 50 м, ширина по верху – 1,2 км. Яроутворенню тут сприяє велика потужність (близько 100 м) товщі легкорозмивних порід, що залягають вище за базис ерозії. У ряді випадків воно додатково інтенсифікується антропогенними стоками.

Річкова ерозія є результатом впливу водного потоку на русло і полягає у розмиві, транспортуванні і акумуляції наносів. Ерозійна робота річки залежить від витрати і швидкості потоку, петрографічного складу порід, у яких річка прокладає русло. Внаслідок ерозії виникає загроза спорудам, розташованих на берегах, що підмиваються. Відкладення наносів у річці призводить до її обміління, утруднює судноплавство, посилює загрозу підтоплення прилеглих територій. Зарегулювання річкового стоку у межах міських територій дає змогу знизити негативний вплив цих процесів.

*Ерозія ґрунтів* на території міст розвивається під дією зосередженого поверхневого стоку, а інколи внаслідок витоку із водогінних комунікацій. Найбільш інтенсивно ерозія ґрунтів відбувається при будівельних роботах внаслідок розпушування і виймання ґрунтів. Інтенсивність ерозії у період будівництва у 10 разів вища, ніж на землях сільськогосподарського використання. Вміст завислих частинок у водних потоках на території будівництва підвищується у десятки разів.

Площа ерозійних земель в цілому по Україні щорічно збільшується на 70-80 тис. га. Найвищу протиерозійну стійкість в рельєфі проявляє рослинність, тому ступінь розвитку ерозійних процесів і ураженість ними територій в різних районах України неоднакова.

### ***Карстоутворення***

До поширених геологічних процесів належить *карстоутворення* – складний геологічний процес, основним чинником якого є розчинення чи вилуговування гірських порід підземними і поверхневими водами, винесенням дисперсних частинок із перекриваючих та суміжних відкладень, а також осідання та обрушення покрівлі. Тому частіше говорять про комплекс карстово-суфозійних процесів. Карстуванню легко піддаються карбонатних породи – вапняки, доломіти, крейдяно-мергельні товщі, сульфатоліти (гіпси, ангідрити), галоліти (кам'яна і калійна солі).

Природними факторами, що сприяють карстоутворенню і визначають його інтенсивність, є:

- пересічений рельєф;
- тріщинуватість порід;
- наявність потужного підземного стоку;
- глибина залягання підземних вод,
- високі швидкості фільтрації;
- гідрохімічний склад підземних вод;
- присутність у воді вільної вуглекислоти;
- температура.

Розрізняють *активний* карст, який знаходиться в стані розвитку, і *пасивний*. Особливо небезпечний активний карст.

Карсти бувають *дрібні*, які розвиваються у верхніх шарах землі, і *глибокі* – розвинуті до водоупору. За формою прояву розрізняють *поверхневий* (відкритий) карст, характерним прикладом якого є Кримська Яйла, і *підземний* (прихований) карст. Підземний карст утворюється у тому випадку, коли породи, що карстуються, перекриті товщею нерозчинних, але водопроникних порід.

В результаті карстових процесів утворюється специфічний (поверхневий та підземний) рельєф: крупні порожнини у породах: вирви, печери, шахти, кари, понори, улоговини, підземні ріки та джерела. Результати карстових утворень проявляються у вигляді просядок, провалів або карстових вирв. Утворені в результаті карстових явищ просядки і провалля поверхні землі викликають руйнування будівель, споруд і комунікацій.

На активізацію карстоутворення можуть впливати техногенні фактори, що сприяють обводненню покривних відкладень,

зниженню рівня тріщинно-карстових вод, різкому коливанню рівня підземних вод, наприклад, при відкачуванні підземних вод, або при скиданні стічних вод і відходів у карстові порожнини, а також зміна гідрохімічного складу підземних вод.

На 38 % території України поширені породи, в яких можуть відбуватися процеси карстоутворення, на 24 % її території він може безпосередньо впливати на господарську діяльність. Розвиток відкритого карсту, який супроводжується провалами на поверхні, досягає приблизно 19 тис. км<sup>2</sup> (3 % території).

В Україні карст поширений у Кримських горах, Карпатах, на Поділлі, Донбасі. Загалом карстові процеси розвиваються на 60 % території України. В деяких областях України рівень ураження карстовими процесами сягає 60-100 % території. При цьому характерними є явища карбонатного, сульфатного, соляного карсту. Особливу небезпеку викликають ділянки розвитку відкритого карсту (вирви, колодязі, провалля), що становить 27 % від всієї площі карстоутворення. Найбільш розвинутий відкритий карст на території Волинської області на площі 594 км<sup>2</sup>, Рівненської – 14 км<sup>2</sup>.

На територіях міських агломерацій розвитку карсту сприяє формування значних за розмірами депресійних вирв у районах водозаборів (Краматорськ, Луганськ, Рівне), а також у районах розробок корисних копалин (Хотин), де спостерігаються осідання і провали поверхні. Відкачування стимулюють винесення води і уламкового матеріалу з карстових порожнин, що і призводить до катастрофічних провалів і швидкого нерівномірного осідання місцевості. Антропогенна активізація сульфатного карсту створює загрозу забудові південно-західної частини Львова, що становить до 30 % території міста.

Останніми роками, під дією техногенних чинників, карстові процеси почали активно виявлятися в місцях, де раніше можливість їх прояву виключалася. Техногенний вплив стає одним з основних чинників активізації процесу карстоутворення, особливо це стосується території Донецького басейну.

### ***Просадка ґрунту***

*Просадка ґрунту* – ущільнення внаслідок порушення його структурної міцності при сумісній дії навантаження і зволоження. Розрізняють власне просадку при тиску від власної ваги ґру-

нту і додаткову просадку при дії ваги споруд. У зв'язку з цим характер протікання просадок ґрунтів значною мірою визначається особливостями підвищення їх вологості, видом джерела замочування і, певною мірою, зміною навантаження на ґрунт.

У Одесі над підземними порожнинами – катакомбами, що утворилися в результаті розробок вапняку-черепашнику, спостерігається просідання поверхні землі, провали, деформації фундаментів будівель і споруд. Явища просідання ґрунту характерні для багатьох міст України (рис. 4.8).



**Рис. 4.8. Утворення тріщин на будівлі внаслідок просідання ґрунту (м. Житомир)**

Просадка місцевості часто пов'язана з пониженням рівнів підземних вод під містами, а іноді і з видобуванням нафти і газу, має той же механізм, що і при відкачуваннях підземних вод для зрошування земель або захисту гірничодобувних підприємств від затоплення. У зоні видобутку корисних копалин, де спостерігається порушення земної поверхні над гірськими виробками, розташовані міста Білозерськ, Горлівка, Донецьк, Макіївка.

Просадки поверхні характерні для зон залягання лесових порід. На сучасному етапі розвитку міст України різко збільшилась площа забудови на лесових основах. Здатність цих порід до просідання при замочуванні зумовлює специфіку будівництва на таких ділянках. У Дніпропетровській і Запорізькій областях майже 80 % господарських об'єктів побудовані на просадкових лесових ґрунтах, із них більше, ніж у 10 тисячах виявлені значні

деформації. Просадки лесових товщ від власної ваги при замочуванні досягають у Дніпрі 0,3-0,6 м, Нікополі – 1,0-1,4 м, Запоріжжі – 1,4-2,2 м.

### ***Переробка берегів***

Для міст, розташованих на берегах морів, водосховищ, озер серйозну проблему представляє *переробка берегів* і руйнування споруд у прибережній смузі. Обрушення берегів відбувається внаслідок хвильової дії. Сила удару хвилі досягає, за підрахунками В. Зенковіча, 0,06-0,07 МПа для внутрішніх морів і 0,30-0,60 МПа – для океанів.

Вітрові хвилі утворюються в результаті дії сил тертя між повітряними масами і поверхнею води, вони мають значну руйнівну силу. Припливні хвилі мають незначну енергію розмивання, проте висота припливу досягає у деяких місцях 10 м і більше, що представляє значну загрозу для споруд. Процеси на межі суходолу і моря поділяють на дві групи: абразійні і акумулятивні.

### ***Абразія***

*Абразія* – процес руйнування гірських порід водами і течіями у береговій зоні моря, озера і водосховища. В результаті виносу абразійного матеріалу утворюються високі і круті абразійні береги. Інтенсивність абразії зумовлена геологічною будовою берегів, контуром берегової лінії, петрографічним складом порід, що складають берег, умовами їх залягання, руйнівною силою хвилі, кутом нахилу шельфу. У деяких місцях значну роль у абразійних процесах відіграє антропогенний фактор.

Береги, що складені вапняками, конгломератами, є відносно стійкими до абразії, особливо при падінні пластів у бік моря. Берегові глинисті відклади не тільки розмиваються, але й сповзають униз при перезволоженні.

На морському узбережжі України загальною протяжністю 2 630 км абразивні процеси проявляються майже на 60 %. Під найбільший вплив абразії підпадає узбережжя Чорного і Азовського морів в межах Південного берега Криму, Одеської, Миколаївської, Запорізької і Донецької областей. У береговій зоні Криму щорічно зникає 22 га, між дельтою Дунаю та Кримом – 24 га, у північній частині Азовського моря – 19 га. Під абразію підпадає до 60 % берегів Азовського і до 30 % – Чорного морів. Швидкість абразії становить в середньому 1,3-4,2 м на рік.

Небезпека цих явищ полягає в тому, що вони сприяють розвитку зсувів і обвалів прибережних схилів. Сполучення абразії і зсувоутворення характерне для району Одеси. Абразійні форми рельєфу розвиваються також на незакріплених ділянках узбережжя Дніпровського каскаду водосховищ.

На пологих берегах по мірі наближення до надводної частини берега хвиля деформується, розпластовується, в результаті чого втрачає енергію, а сила удару зменшується. Відкочування хвилі відбувається повільно, маса води гальмує наступну хвилю. У цих умовах акумуляція наносів переважає над абразійними процесами. При напрямку руху хвиль або течії перпендикулярно до лінії берега утворюються берегові вали. При рухові хвиль під кутом до берега утворюються підводні вали, коси і пересипи, що відокремлюють від моря лагуни і лимани. Переміщення наносів вздовж берега може відбуватися зі швидкістю 100-700 м/добу. Будівництво у смузі пляжу або зрізання його частини при будівельних роботах призводить до порушення динамічної рівноваги «море-берег», збільшення розмивання берегу у одних місцях і накопиченню наносів у інших.

Посилення темпів абразивно-зміщеної діяльності пов'язано виключно з інженерною діяльністю людини.

#### ***Збільшення статичного і динамічного навантаження***

Це явище супроводжується зменшенням вологості і пористості ґрунтів, а також збільшенням їх об'ємної ваги. Питомий тиск від ваги будівель, споруд, насипів і відвалів в сучасних містах коливається від 0,1 до 10-20 кг/см<sup>2</sup> і більше.

Ущільнення порід під вагою будівель викликає осідання поверхні землі під їх центром, внаслідок чого утворюється депресія, межі яких проходять на відстані 50-120 м від периметра будівлі. При щільній забудові депресія просідання своїми зовнішніми краями змикаються, і під містом виникає великомасштабна депресія сотоподібної будови. Площа таких депресій буває від часток км<sup>2</sup> до 3 500 км<sup>2</sup> і більше. Осідання мулу, сапропелів або торф'яників може досягати дуже великих величин. Особливо небезпечні для споруд нерівномірні осідання. Знаменита Пізанська вежа просіла всього на 2 м, але різниця опускання основи між його північним і південним краями склала 1,8 м, що призвело до відхилення вежі від вертикального положення на 10°.

Динамічні навантаження (вібрації, удари і поштовхи) ущільнюють роздільнозернисті, пухкі і недоущільнені ґрунти. Піщані ґрунти значно більше ущільнюються при пульсуючому навантаженні, ніж при статичному. Будівлі, що розташовані уздовж вулиць з інтенсивним рухом транспорту, осідають в середньому на 3-8 мм більше, ніж ті, що знаходяться в провулках і тупиках. Серед будівель в зоні вібраційного впливу метро є такі, які піддалися додатковому осіданню на 5-20 см. Проте мульди просідання над лініями метро утворюються внаслідок сукупної дії декількох процесів:

- гравітаційне ущільнення порід, що стискаються, під основами споруд;
- гідродинамічне ущільнення при дренажі;
- ущільнення під дією вібрації від руху потягів.

Ущільнення ґрунтів при зневодненні їх коренями дерев відбувається в містах там, де поширені глини. Деревина забирають вологу, що міститься в них, навіть з дуже дрібних пор. У міру осушення глин корені дерев проростають далі і осушують нові ділянки. В результаті збезводнені ґрунти ущільнюються, відбувається їх нерівномірне осідання, а це викликає деформацію розташованих на них вуличних покриттів і навіть будівель.

Для більшості міст і приміських зон службою інженерних вишукувань складаються інженерно-геологічні, гідрологічні, геоморфологічні, мерзлотні та ін. карти в масштабі 1:25 000. На схемах-картах виділяються території з різним ступенем схильності до процесів ерозії, карстоутворення, селеутворення тощо. При цьому приймають до уваги допустимі навантаження на ґрунти основ споруд, глибину залягання ґрунтових вод від поверхні, вірогідність затоплювання, інтенсивність зсувних процесів, закарстованість та ін. Потім розглядається можливість зміни геологічних умов, їх характер (за ступенем сприятливості чи несприятливості), швидкість розвитку геологічних процесів при антропогенному впливі у ході господарського освоєння території. Однією з основних задач аналізу й оцінки інженерно-геологічних умов міста і приміської зони є визначення характеру і ступеня порушення територій з точки зору їх найбільш раціонального відновлення і використання для містобудівних цілей і поліпшення довкілля.



#### **4.7. Інженерний благоустрій міських територій**

В багатьох випадках напрямок територіального розвитку міст, вибір розміщення будівництва на нових ділянках, темпи освоєння територій визначаються складністю інженерно-геологічного стану території міста. Разом з тим вимоги підвищення ефективності використання територіальних ресурсів міста призводять до необхідності освоєння земель в міських межах, які майже не використовуються.

*Інженерна підготовка території* включає заходи, які необхідні для освоєння цієї території, підготовки її під забудову і інженерний благоустрій.

Сучасні прогресивні способи і методи перетворення територій дозволяють проводити ефективні роботи по освоєнню майже всіх територій, при цьому ставиться задача не тільки технічна (підготовка території для того чи іншого господарського використання), але й екологічна – відновлення продуктивності ландшафту і його естетичних властивостей.

##### ***Екологічна організація рельєфу міста***

Протягом останнього сторіччя головною задачею інженерів-будівельників у всіх країнах світу залишалося проектування і спорудження об'єктів, що входять в середовище існування людини, з метою його постійного покращення і вдосконалення, до якої сьогодні додається задача збереження його позитивних якостей і формування доцільної територіальної структури міського ландшафту. Для вирішення цієї задачі на території міста зазвичай ведуться дослідження щодо *виявлення територій, несприятливих для будівництва*. В цьому випадку дослідження рельєфу проводять з урахуванням вимог для:

- забудови (виявлення територій з неприпустимо крутими схилами; з рельєфом, що обмежує довжину будівель; виявлення ділянок, незручних для забудови);
- транспортних сполучень (визначення трас, непридатних для прокладання вулиць);
- організації стоку зливових вод і каналізації (визначення басейнів стоку, вододілів, тальвегів; визначення територій, що каналізуються без перекачування; визначення ділянок, незручних для каналізації; виявлення можливих трас для колекторів водостоків і господарсько-фекальної каналізації).

Для житлового будівництва важлива також екологічна оцінка рельєфу – наприклад, замкнуті улоговини з тривалим застоєм повітря і сильно затінені ділянки несприятливі для здоров'я людини, оскільки погано провітрюються і недостатньо освітлені.

*Екологічна організація міста* є специфічною сферою діяльності, яка направлена на досягнення і підтримку якості компонентів середовища на рівні, що відповідає певним стандартам. Ефективність екологічної організації міста безпосередньо залежить від ступеня врахування саморозвитку природних комплексів і їх зворотної реакції на антропогенний вплив, а також якості компонентів природного середовища і їх стійкості до техногенного впливу.

Аналіз геоморфологічної підсистеми міста проводять у трьох пов'язаних напрямках:

- *інженерно-геоморфологічний аналіз*, що включає: вивчення і оцінку інженерних властивостей рельєфу і рельєфотворних процесів; оцінку взаємозв'язків між рельєфом і інженерними спорудами (оцінку стійкості); визначення оптимального рівня техногенного навантаження на урбанізовану геоморфологічну систему (забезпечення стійкості); інженерні дослідження рельєфу міської території проводять для виявлення зв'язків між сучасним, захороненим рельєфом і сучасними рельєфотворними процесами з одного боку, між рельєфом міста і інженерною діяльністю людини – з іншого;

- *еколого-геоморфологічний аналіз*, що включає: оцінку впливу рельєфу на стан міської екосистеми; виключення (зниження) шкідливих дій геоморфологічних умов на міську екосистему; збереження геоморфологічних умов міста і контроль їх змін;

- *ландшафтно-архітектурний аналіз*, що включає: визначення і оцінку техногенного перетворення рельєфу (морфолітосистеми) при створенні комфортних умов в місті; метою даного аналізу є прогноз розвитку рельєфу і рельєфотворних процесів на території міста, рекомендації по організації рельєфу, збереженню ландшафтного вигляду міста, контролю за станом міської геоекосистеми і обґрунтування системи моніторингу.

### ***Підготовка міських територій під забудову***

Природні умови місцевості і фізико-геологічні процеси, які відбуваються на ній, визначають ступінь придатності даної тери-

торії для будівництва. З містобудівної точки зору території за ступенем можливості їх використання поділяють на три категорії:

- *сприятливі* – достатньо придатні для будівництва, легко освоювані або такі, що потребують нескладних заходів для їх інженерної підготовки;
- *несприятливі* – обмежено придатні території, які освоюються після проведення досить складних заходів з інженерної підготовки, за значних об'ємів робіт і капіталовкладень;
- *особливо несприятливі* – не рекомендовані для освоєння, але які можуть бути використані при техніко-економічному обґрунтуванні.

До незручних або непридатних для забудови належать території, на яких ускладнене або неможливе будівництво без проведення значних за об'ємом і складністю робіт з інженерної підготовки і благоустрою. Це – території, які піддаються затопленню, з розвинутою яружною системою, з високим горизонтом ґрунтових вод та ін.

*Основні заходи інженерної підготовки* міських територій – це вертикальне планування і організація стоку поверхневих вод, захист територій від затоплення і підтоплення, боротьба з ярутворенням тощо. На сьогодні достатньо важливе значення набули питання рекультивації територій, порушених в результаті виробничої діяльності.

Об'єми земельних робіт при перетворенні існуючої поверхні залежать від складності рельєфу, наявності і площі незручних для забудови територій і, в значній мірі, від планувального рішення як міста в цілому, так і окремих його елементів.

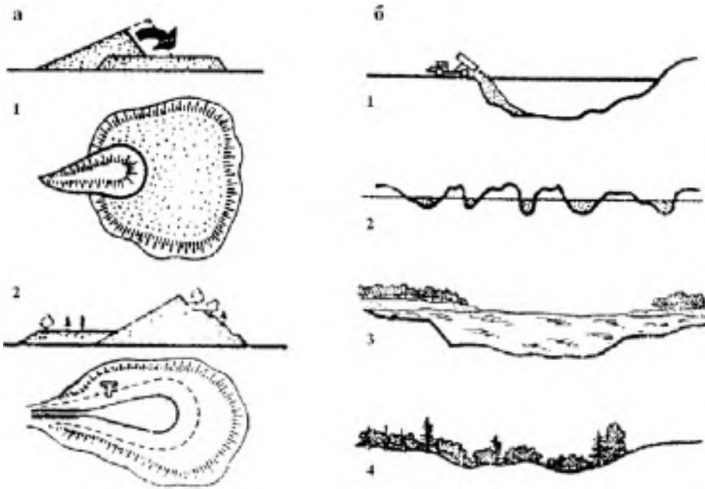
Основні *принципи архітектурної реабілітації* міського середовища, що містить порушені території, наступні:

- інтенсифікація використання порушених територій у межах міста з фіксацією їх містобудівної ролі, як територіального резерву підвищення якості міського середовища;
- структуризація опорного планувального каркасу території з виділенням елементів каркасу порушених територій як такого, що виступає як системний компонент функціонально-планувальної організації території міста;
- підвищення рівня інтегрованості міських структур через архітектурно-ландшафтне зонування міських територій на осно-

ві взаємодії компонентів міського середовища;

- підвищення рівня гармонізації міського середовища шляхом формування його самобутнього вигляду через використання містобудівного потенціалу порушених територій.

Проблема освоєння порушених територій особливо актуальна для міст, розташованих в районах добувної промисловості. Ці території можуть бути освоєні за допомогою відповідних інженерних заходів по їх відновленню (рис. 4.9).



**Рис. 4.9. Інженерні заходи по відновленню територій з порушеннями** (за І. В. Лазаревою)

- а) аккумулятивного типу: 1 – переформування відвалів, у т. ч. териконів; 2 – озеленення терасованих і нетерасованих схилів і відвалів;
- б) денудаційного типу: 1 – засипання до рівня денної поверхні; 2 – планування на знижених позначках; 3 – влаштування водойм; 4 – незначні планувальні роботи

Напрямок робіт по відновленню і використанню порушених територій визначається на основі ландшафтно-екологічного аналізу території міста, приміської зони та загальної архітектурно-планувальної концепції. Відновлення порушених територій є основою перетворення планувальної структури міста.

Проблема містобудівного використання порушених територій у реабілітації міського середовища вирішується у двох пло-

щинах: задоволення вимог містобудівної екології – формування єдиної системи озелених і відкритих просторів, здатних підтримувати екологічний баланс; розширення спектру містобудівних функцій через адаптацію порушених територій до умов урбоecosистеми.

### ***Рекультивация земель промислової агломерації***

Міські агломерації крупних промислових центрів нерідко включають ділянки техногенного ландшафту, тобто територій, основні особливості яких, виражені перш за все в рельєфі, пов'язані із видобутком і переробкою корисних копалин. Просторово техногенний ландшафт часто поєднується з урболандшафтом. Прикладами міст з елементами техногенного ландшафту є Кривий Ріг, Марганець, Нікополь, промислові центри Донбасу.

При розробці корисних копалин і будівництві промислових комплексів порушується рослинний і ґрунтовий покрив, літологічний розріз товщі і гідрогеологічний режим, змінюються рельєф і тваринний світ, забруднюються поверхневі води і атмосферне повітря. Після завершення будівництва або відпрацювання ділянки родовища, проводять *рекультивацию земель*, тобто комплекс робіт, направлених на відновлення їх продуктивності і покращення умов навколишнього середовища. Оскільки ґрунти в місті часто забруднені токсикантами, проводять закріплення їх поверхні посівом трав, щоб уникнути вторинного забруднення атмосфери. Цінність рекультивованих земель і ґрунтів повинна бути не нижчою за ту, що була до їх порушення.

Рекультивация земель є завершальним етапом тих виробничих процесів, які призводять до порушення ґрунтового покриву або літогенної основи території. Складання проектів рекультивации проводять одночасно з проектуванням основного виробничого об'єкта з врахуванням всього комплексу природних, господарських, економічних, соціальних і санітарно-гігієнічних чинників. Вони визначають вибір напрямку рекультивацийних робіт, наприклад, рекреаційного (створення зон відпочинку і спорту з парками, водойми для оздоровчих цілей, туристичних баз і ін.), водогосподарського, будівельного тощо.

### ***Збереження ґрунтового шару при інженерно-будівельній діяльності***

Необхідною умовою створення в місті сприятливого сере-

довища проживання людини з достатньою кількістю зелених насаджень є дбайливе ставлення до родючого шару ґрунту.

Інтенсивна інженерно-будівельна діяльність в межах міської агломерації включає великий об'єм земляних робіт (прокладання доріг, комунікацій, риття котлованів під фундаменти, меліоративні роботи і т. ін.), при виконанні яких руйнується ґрунтовий шар. Для його збереження проводять обов'язкове зняття родючого і потенційно родючого шару ґрунту окремо від підстилаючих шарів на всіх категоріях земель. Потужність шару ґрунту, що знімається, визначається рівнем родючості малопродуктивних угідь в даному районі. Якщо знятий родючий шар не використовується одразу ж для рекультиваційних робіт, проводять його селективне складування у вигляді буртів, укоси і поверхню яких при тривалому зберіганні (терміном більше двох років) засівають травами.

Якщо санітарні показники родючого шару відповідають вимогам, що пред'являються до ґрунтів сільськогосподарських територій, знятий родючий шар ґрунту може бути використаний для відновлення еродованих ґрунтів сільськогосподарської зони.

#### **4.8. Захист міських територій від небезпечних геологічних процесів**

Для міст і територій, що забудовуються, прогнози розвитку небезпечних геологічних процесів розробляють на основі геологічної моделі середовища, яка включає комплект карт і розрізів різної специфіки: геологічних, геоморфологічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних. Прогноз реалізується у плані заходів щодо захисту територій від НГП.

Останніми роками для збору, аналізу і представлення інформації, що належить до геологічного середовища, використовують комп'ютерні технології, об'єднані в географічну інформаційну систему (ГІС). Використання цієї системи дозволяє на базі наявних даних швидко отримувати новий інформаційний продукт, у т. ч. прогнозні карти. При розгляді альтернативних варіантів захисту, окрім екологічних аспектів, враховують технічні й економічні можливості реалізації намічених заходів.

#### ***Заходи при будівництві в сейсмічних районах***

При виборі місця будівництва майбутньої споруди в сейсмі-

чному районі враховують інженерно-геологічні чинники, що впливають на можливе посилення власних коливань будівлі породами основи. Для підвищення міцності та стійкості споруд і основ застосовують конструктивні заходи (жорсткі каркаси, анкери і т. ін.) й укріплюючі заходи (поліпшення міцнісних властивостей порід основ). Будівництво в районах із сейсмічністю більше дев'яти балів не допускається.

### *Заходи щодо боротьби із зсувними явищами*

Наявність навіть окремих зсувних схилів та активних зсувів на порівняно невеликих ділянках характеризують територію, як несприятливу для будівництва. За значного розповсюдження активних зсувів територію характеризують як особливо несприятливу. Містобудівне використання таких територій можливе лише після здійснення заходів з укріплення зсувних схилів.

До основних задач інженерної підготовки зсувних територій належать: забезпечення стабільного стану зсувного схилу, тобто збереження рівноваги всіх діючих сил і створення умов для використання зсувного схилу і прилеглих територій в містобудівних цілях (забудова, улаштування парків і садів, дорог і т. ін.).

Протизсувні заходи поділяють на профілактичні і корінні. При захисті від зсувових процесів, а також обвалів обривистих схилів використовують заходи активного і пасивного захисту.

*Активний захист* включає інженерні і управлінські рішення.

*До інженерних заходів* відносять:

- зміна рельєфу схилу в цілях підвищення його стійкості;
- регулювання стоку поверхневих вод за допомогою системи поверхневого водовідведення;
- запобігання інфільтрації води в ґрунт і підстилаючі породи;
- штучне пониження рівня підземних вод;
- закріплення пухких і тріщинуватих порід на схилах;
- протиерозійні заходи;
- агролісомеліорація;
- будівництво утримуючих укiс споруд.

Опір руху зсуву забезпечується за допомогою підпірних стінок, пальових рядів, контрфорсів (залізобетонних тонкостінних корпусів, які після встановлення заповнюють піском і накривають плитами), контрбанкетів (їх відсипають в нижній частині зсуву з ґрунту, що переміщений з верхніх зсувних ділянок при

облаштуванні схилу). Найбільше значення в протизсувних заходах надається організації стоку поверхневих вод і дренаванню.

*Управлінськими заходами* є: встановлення охоронних зон, обмеження або заборона руху транспорту й ін. подібні рішення.

Заходи щодо *пасивного захисту* доповнюють групу активних заходів або використовуються при їх недоцільності. До пасивних заходів відносять пристосування споруд до обтікання їх зсувом, улаштування уловлюючих споруд тощо. В деяких випадках можлива організація спеціальних заходів, таких, як висушування тіла зсуву повітрям, відкритою мережею каналів або гарячим газом, що подається трубопроводом (прожарювання тіла зсуву).

### ***Заходи щодо боротьби з ерозією ґрунту***

В цілях захисту від ерозії ґрунтового покриву міської території виконують заходи щодо організованого відведення і регулювання випуску поверхневого стоку, що забезпечується розвитком зливової каналізації. На вільних ділянках проводять посів трав і посадку деревно-чагарникової рослинності.

Попередження фільтраційних деформацій в незв'язних осадових породах ґрунтується на зниженні градієнтів напору, подовженні шляху фільтрації, зменшенні фільтраційного діаметру порожнин і пор і передбачає проведення таких інженерних заходів:

- привантаження водонепроникними породами в місцях виходу на поверхню висхідного фільтраційного потоку;
- влаштування дренажів для пониження рівня ґрунтових вод;
- встановлення зворотних фільтрів між шарами крупно- і дрібнозернистого матеріалу;
- встановлення фільтраційних завіс для подовження шляху фільтрації.

### ***Заходи щодо боротьби з карстовими явищами***

Протикарстові заходи розробляють для територій, які складені розчинними гірськими породами і на яких є карстові прояви на поверхні або в глибині масиву цих порід. Інженерна підготовка території з карстовими явищами здійснюється в двох напрямках:

- ліквідація карсту (за малих розмірів, невеликій площі розповсюдження і малій активності процесу);
- обмеження розвитку карсту і приведення поверхні землі над



карстом в зручній для використання стан.

Протикарстові заходи залежать від особливостей порід, що карстуються, їх залягання, специфіки споруд, що захищаються, і включають такі інженерні рішення:

- заповнення карстових порожнин;
- створення штучного водопору і протифільтраційних завіс;
- водопониження і регулювання режиму підземних вод;
- організація відведення поверхневого стоку;
- устрій основ будівель і споруд нижче за зону небезпечних карстових проявів.

Територія з карстовими явищами при активному процесі розвитку підлягає виключенню із забудови.

### ***Заходи щодо боротьби з просіданням ґрунту***

Міське будівництво в степовій і лісостеповій зоні, де широко розвинуті лесовидні товщі, проводиться з використанням заходів, що запобігають просадковим явищам:

- відведення дощових і талих вод і гідроізоляції для попередження інфільтрації з метою запобігання лесовидних порід від замочування;
- усунення просадкових властивостей лесовидних порід на масиві, що будується, шляхом технічної меліорації порід;
- попереднє замочування з доущільненням лесових порід;
- прорізка глибокими фундаментами лесових порід при будівництві будівель і споруд.

### ***Протисельоваий захист***

Протисельоваий захист території включає комплекс технічних споруд і інженерно-технічних заходів.

До активних заходів впливу на селеві потоки належать:

- меліорація водозборів (задернування та заліснення схилів, створення нагорних каналів, валів, які затримують зливові води на схилах);
- меліорація льодовиково-моренного комплексу (капітальна та аварійна меліорація, які направлені у першому випадку на недопустимість утворення нових озер, у другому – на ліквідацію загрози прориву вже існуючих, спускання кратерних озер);
- меліорація селевих вогнищ (відведення, часткове або повне, водного потоку).

До складу селеутримуючих і селенаправляючих споруд вхо-

дять: дамби, канали, селеспуски, мости. Для послаблення динамічних характеристик селевого потоку і припинення його руху використовують каскади загат, дренажні пристрої, терасування схилів і їх агролісомеліорацію. Для попередження виникнення селів споруджують дамби, що регулюють паводок, водоскиди на озерних перемичках, а також греблі для перехоплення селевого потоку.

Наприклад, у 1973 р. на р. Малій Алмаатинці в урочищі Медео біля міста Алма-Ати за допомогою унікальної вибухової греблі був затриманий селевий потік об'ємом 3,8 млн. м<sup>3</sup>. Висота греблі становить 150 м, а ємність селесховища – 12,6 млн. м<sup>3</sup>.

### ***Захист міських територій від затоплення і підтоплення***

Для територій, яким загрожує підтоплення, проводять інженерну підготовку шляхом відповідної організації рельєфу, яка забезпечує розвантаження підземних вод; влаштовують водостоки; використовують локальні засоби інженерного захисту – дренажі різної конструкції, протибарражні заходи і т. ін.; ліквідовують витоки з водогінних комунікацій і місткостей.

Основною задачею інженерної підготовки території при підтопленні є пониження рівня підземних вод з метою її висушування для захисту будівель і споруд від затоплення. Ця задача вирішується облаштуванням дренажних систем, які за конструктивним вирішенням поділяють на:

- відкритий дренаж – відкриті канали або траншеї;
- закритий дренаж найпростішого типу – траншеї, заповнені дренажним матеріалом;
- закритий трубчастий дренаж – дренажна труба з дренажною обсыпкою (фільтром) із гравію, щебеню, крупнозернистого піску;
- галерейний дренаж – галерея із бетонних або залізобетонних конструкцій, які мають в нижніх частинах стінок отвори для приймання ґрунтових вод;
- пластовий дренаж, який застосовують для відведення ґрунтових вод від окремих об'єктів.

За призначенням, залежно від розташування дренажної мережі відносно джерел надходження підземних вод на територію, що захищається, або до окремої споруди, розрізняють такі системи дренажів: головний, систематичний, кільцевий (контурний), береговий і спеціальний.

*Головний дренаж* призначений для перехоплення потоку підземних вод, що надходить в напрямку міста. Його основна задача – захист території міста від підтоплення.

*Систематичний дренаж* використовується для висушування порівняно великих територій з високим рівнем горизонту підземних вод. Він застосовується на територіях мікрорайонів, житлових районів, парків, садів тощо.

*Кільцевий дренаж* влаштовується для захисту окремих будівель і споруд, який прокладається по їх контуру.

*Береговий дренаж* захищає територію міста від підтоплення фільтраційними водами зі сторони річки або іншого водного об'єкта в період підвищення в них рівня води. Трасу берегового дренажу розташовують вздовж берегової лінії водного об'єкта.

*Спеціальний дренаж* призначений для перехоплення ґрунтових вод при несприятливих природних умовах і гідрогеологічних процесах.

Для захисту міст від тимчасового і постійного затоплення підвищення дренажних властивостей водозбірних площ застосовують в комплексі з вертикальним плануванням; організацією поверхневого зливого стоку; підвищенням відміток території шляхом створення штучного насипного або намивного рельєфу; будівництвом дамб обвалування і благоустроєм території.

В боротьбі із затопленням міської території використовують такі основні методи:

- суцільна підсіпка території до незатоплених відміток;
- обвалування території, що захищається, шляхом загородження її захисними дамбами;
- зниження найбільших витрат річки в межах міської території шляхом регулювання стоку за допомогою створення водосховища вище міста за течією річки або будівництва обвідного русла;
- збільшення пропускної здатності річки в межах території міста для пропускання найбільших витрат при більш низьких горизонтах шляхом зміни поперечного профілю русла річки.

За розрахунковий горизонт високих вод приймають відмітку найвищого рівня води забезпеченістю: 1 % (повторюваність один раз на 100 років) – для територій, забудованих або таких, що підлягають забудові житловими і громадськими будівлями; 10 % – для територій парків і площинних спортивних споруд.

*Суцільна підсипка* є одним із основних заходів щодо захисту міських територій від затоплення, яка здійснюється вертикальним плануванням. Вона виконується на основі спеціального проекту, в якому встановлюється: межа і площа затоплення території при розрахунковому рівні води; межа і площа території, що підсипається; висота насипу на ділянках; об'єм земляних робіт; резерви ґрунту тощо.

*Обвалування* затоплених територій має переваги перед суцільною підсипкою за рахунок суттєво менших об'ємів земляних робіт. Проте, наявність дамб утрудняє організацію стоку поверхневих вод, внаслідок чого виникає необхідність в спеціальних заходах для організації стоку – створення насосних станцій перекачування, регулюючих ємностей тощо.

Вибір того чи іншого варіанту захисних заходів здійснюється на основі порівняння техніко-еколого-економічних показників і особливостей конкретної території.

#### ***Заходи по зміцненню берегів***

Для зміцнення берегів, попередження підмиву відкосів на морях, водосховищах і річках будують струмененаправляючі і захисні споруди. На увігнутих берегах це зазвичай повздожні греблі, бетонні берего-поглиблювальні споруди, набережні. На опуклих ділянках за відсутності набережних створюють споруди, що затримують наноси і сприяють нарощуванню розмитого берега. З технічними методами берегоукріплення комбінують біологічні у вигляді лісонасаджень уздовж берегів, висіву трав на відкосах гребель і берегів.

При захисті берегів від руйнування в приморських містах створюють *активні берегові споруди*, які, використовуючи енергію потоку по намиванню наносів, сприяють збереженню і розширенню пляжної зони. До таких споруд відносять галечникові і піщані пляжі в поєднанні з бунами і підводними хвилерізами, що гасять енергію хвилі. Уздовжберегові споруди застосовують також в поєднанні з використанням широкої залізобетонної плити, що являє собою штучний пляж. Такий захист прибережної зони використаний на узбережжі Чорного моря в Алушті.

До *пасивних споруд*, що перешкоджають розмиву берегів завдяки міцності їх елементів, відносять хвилевідбійні стінки з бетону і залізобетону, набережні, насипи з масивних фігурних бло-

ків. Ці споруди, попри їх міцність, все ж таки руйнуються і тому їх використовують в поєднанні з конструкціями активного типу.

### ***Благоустрій ярів***

Заходи щодо боротьби з яроутворенням проводять з метою попередження від руйнування міських будівель і споруд і містобудівного використання територій ярів.

На міській території яри можуть бути використані в таких містобудівних цілях:

- розташування в яру як житлової забудови, так і комунально-господарської;
- прокладання міської вулиці, як правило, магістральної або швидкісного руху;
- прокладання підземних інженерних комунікацій;
- облаштування парків, садів районного і міського значення;
- створення штучних водойм або каскаду ставків;
- будівництво спортивної споруди (стадіон з використанням схилів яру для трибун) або ін. спортивних майданчиків.

Склад заходів з інженерної підготовки і благоустрою ярів залежить від геологічних і гідрогеологічних умов, басейна стоку поверхневих вод, подальшого використання ярів тощо. Заходи з інженерної підготовки і благоустрою території з ярами включають такі роботи:

- вертикальне планування території, яке здійснюють шляхом проведення земляних робіт;
- будівництво закритих або відкритих систем для відведення поверхневих вод;
- будівництво дренажних систем для зниження або перехоплення ґрунтових вод;
- посадка зелених насаджень з метою укріплення поверхні схилів і дна яру.

Вертикальне планування включає:

- вертикальне планування поверхні яру і прилеглої території;
- ліквідацію ярів – суцільну засипку ярів або їх верхівок;
- часткову засипку ярів;
- терасування схилів.

Містобудівне використання ярів під зелені насадження з облаштуванням водойми дозволяє повністю впорядкувати територію з одночасним формуванням красивих ландшафтів.

#### 4.9. Підземний простір міста

Високий рівень урбанізації, зростання міст і ряд ін. чинників призводить до того, що ресурси земель, які придатні для забудови, швидко виснажуються. Відбувається поступове відчуження нових ділянок внаслідок чого природний ландшафт частково, а іноді і повністю знищується, різко погіршується санітарно-гігієнічний стан міст через недостатню інсоляцію, озеленення тощо. Це обумовлює високий ступінь освоєння підземного простору в містах, що дозволяє значною мірою вивільнити дефіцитні території, а також поліпшити стан міського середовища.

*Підземний простір* розглядається як вид ресурсів надр, що використовується як середовище для мешкання, господарських цілей, розміщення об'єктів або перебігу певних технологічних процесів. Його джерелами є природні або штучно створені порожнини в надрах землі, а також ділянки надр, в яких вони можуть бути створені. Надра є частиною земної кори, розташованої нижче за ґрунтовий шар, а при його відсутності – нижче за земну поверхню і дно водойм і водотоків, що простягається до глибин, які доступні для геологічного вивчення і освоєння. В своєму природному стані підземний простір може бути зайнятий твердою, рідкою або газоподібною речовиною. Ділянки надр, не заповнені твердою речовиною, але оточені нею, називають підземними порожнинами. Їх підрозділяють на природні і штучні (антропогенні).

Природні порожнини включають крупні (печери) і дрібні порожнини та тріщини в масиві гірських порід.

*Основними характеристиками* підземного простору є:

- об'єм і форма;
- глибина від поверхні землі;
- можливість доступу з поверхні землі;
- властивості навколишнього масиву;
- територіальне розташування;
- стійкість (здатність зберігати свою форму в часі) та ін.

Основною корисною властивістю підземного простору є його здатність вмщати в себе які-небудь об'єкти. Підземний простір має такі корисні характеристики:

- має відносно стабільні кліматичні характеристики (температурно-вологісний режим);

- ізолюваний від різного роду поверхневих дій, таких як шум, вібрація, радіоактивність і т. ін.;
- відносно герметичний, а також здатний утримувати теплову й інші види енергії;
- вплив будь-якого об'єкта, розташованого під землею, на навколишнє середовище значно нижче і кращою мірою може контролюватися;
- підземні будівлі не вимагають істотних витрат на зовнішню обробку, служать значно довше і потребують більш низьких експлуатаційних витрат, ніж поверхневі;
- підземний простір у ряді випадків легше освоювати, ніж поверхневий, оскільки він не залежить від топографії місцевості і дроблення на приватні ділянки.

### ***Передумови освоєння підземного простору***

Значний попит на ресурси простору надр викликаний такими причинами:

- видобуток корисних копалин;
- захист населення від нападу
- збереження швидкопсувних продуктів (льохи і підвали);
- релігійна мета (наприклад, для ритуального поховання);
- пошук відносного комфорту в екстремальних температурних умовах.

Вважається також, що підземні споруди при незначних доповненнях мають високу сейсмостійкість, стабільні температуру і вологість, чистоту приміщень, тобто ті параметри, для забезпечення яких на поверхні необхідно додатково витратити 25-40 % об'єму будівельно-монтажних робіт. Витрати на ремонт підземних споруд також нижчі, ніж наземних, оскільки вони не підвладні кліматичним чинникам (зміна температури і вологості, сонячна радіація тощо).

Крім того, надійність і довговічність підземних споруд значно вище, ніж поверхневих. Термін служби багатопверхових будівель – 100 років, житлових будинків особливої капітальності – 125 років, фруктових садів – 28 років. Період експлуатації підземних споруд набагато вище. Зокрема, для тунелів ці норми становлять 500 років. Відомо також немало випадків, коли підземні споруди зберігалися протягом тисячоліть.

Підземні порожнини використовуються людьми здавна. Іс-

нують дані про те, що ще в позаминулому столітті у Франції і Росії будували підземні виносховища. Перші підземні гідроелектростанції були споруджені в Німеччині (1907 р.) і Швеції (1910 р.). У 1917 р. в Німеччині був побудований підземний завод по виробництву точних приладів. Під час другої світової війни в Німеччині в підземному просторі були розміщені заводи, електростанції, склади продовольства, обладнання, пального, хімічні виробництва, сховища культурних цінностей. До кінця 50-х років минулого століття підземні промислові підприємства були вже в 50 країнах світу. У 80-ті роки їх кількість виросла в порівнянні з 60-ми утричі. Площа деяких підземних заводів досягла 800 тисяч м<sup>2</sup> і більше, а об'єм – більше одного млн. м<sup>3</sup>.

Виділяють такі передумови освоєння підземного простору: соціальні, гірничотехнічні, геологічні, економічні (економія енергетичних витрат) і оборонні.

*Соціальні передумови* освоєння підземного простору полягають у зростанні народонаселення і демографічних змінах, неминучих техногенних змінах навколишнього середовища, необхідності збереження земельних фондів, поліпшення рекреаційних можливостей людей та санітарно-гігієнічних умов їх праці. Збільшення кількості створюваних площ в підземному просторі дозволяє знизити вибуття з користування сільськогосподарських угідь. Використання підземного простору найбільш доцільне в районах з високою щільністю населення, родючими ґрунтами, розвинутою гірничодобувною промисловістю, сприятливими інженерно-геологічними умовами для підземного будівництва. Переносити під землю підприємства з високими рівнями пожежонебезпечності і шумоутворення також корисно для навколишнього середовища.

*Гірничотехнічні передумови* полягають в тому, що для використання підземного простору гірські породи повинні бути міцними, монолітними, стійкими і одночасно легко розроблюваними; стійкими до окислювальних процесів; необхідними і такими, що не виділяють отруйні гази; інертними по відношенню до матеріалів, що в них зберігаються; непористими; не повинні містити агресивних розчинів. Проте сучасні технології в більшості випадків дозволяють ліквідувати небажані дії усіх перерахованих чинників.



*Геологічні передумови* освоєння підземного простору полягають у необхідності докладного вивчення верхніх шарів земної кори, яке дозволяє об'єктивно ухвалювати рішення про вибір місця розміщення підземного об'єкта і технологій його створення.

*Економія енергетичних витрат як передумова* освоєння підземного простору пояснюється тим, що підземний простір дозволяє знизити сезонні коливання енергоспоживання, оскільки гірські породи служать акумулятором сонячної енергії, мають низьку теплопровідність і здатні утримувати тепло. У зв'язку з цим підземні порожнини можуть використовуватися як теплоакумулятори.

*Оборонні чинники як передумова* використання підземного простору мають в своїй основі необхідність захисту людей, матеріальних цінностей від наслідків військових дій, у т. ч. і ядерного вибуху.

На даний час необхідність освоєння підземного простору тісно пов'язана з проблемою ефективного використання міської території, яка є особливо актуальною. Велике значення ця проблема набуває для крупних міст, у яких освоєння підземного простору сприятиме створенню найкомпактніших міських структур, що забезпечують максимальний комфорт для життєдіяльності людини. Традиційна міська забудова, здійснювана нині майже повністю на поверхні землі, призводить до не виправданого розростання міст вшир, породжує транспортні, господарсько-побутові й ін. незручності для населення.

До недавнього часу в плануванні і забудові міст підземний простір використовувався в основному для прокладання інженерних комунікацій. Разом з тим існує велика група будівель і споруд, які по своєму функціональному призначенню можуть бути успішно розміщені в підземному просторі. До них належать будівлі культурно-побутового призначення, гаражі, телефонні, теплові й електричні станції, складські приміщення і сховища, транспортні комунікації і багато ін. інженерних споруд, що займають в даний час велику площу цінних міських територій. Розміщення цих споруд в підземних просторах міста дозволить значно наблизити їх до місць прикладення праці людини, вивільнить частину міських територій для створення додаткових зон рекреації й озеленення. Здійснення цих заходів сприятиме

поліпшенню архітектурно-планувальних рішень і одночасно створенню якісно нового міського середовища, що відповідає більш повному задоволенню виробничих, побутових і естетичних потреб міського населення.

### ***Комплексне використання підземного простору***

Використання підземного простору для розміщення різних за призначенням інженерних споруд є принципово новою проблемою в містобудуванні. Значна увага в плануванні і забудові великих міст і міст-мегаполісів приділяється питанню комплексного освоєння і використання підземного простору, що дозволить позитивно вплинути на міське середовище, забезпечить раціональне використання території, розвиток міських транспортних та інженерних систем, житлової і нежитлової забудови й ін. елементів сучасного міського господарства.

*Комплексне освоєння та використання підземного простору* – це розміщення під землею груп об'єктів і споруд, призначених для вирішення таких проблем:

- пропуск транспорту;
- прокладання інженерних комунікацій;
- тимчасове і постійне зберігання автотранспорту;
- розміщення підприємств торгівлі;
- розміщення об'єктів інженерного та комунального обслуговування населення міста тощо.

Концепція комплексного освоєння підземного простору передбачає створення єдиної взаємозалежної просторової системи надземних, наземних і підземних об'єктів, що дозволяє більш раціонально використовувати міську територію для розміщення різних функціональних зон і найбільш оптимально організувати транспортну систему, що зв'язує ці зони. Такі рішення покращують умови проживання і пересування людей шляхом роз'єднання транспортних і пішохідних потоків, ізолюють пішоходів від шуму та забрудненого повітря, підвищують рівень культурно-побутового обслуговування населення.

Комплексне використання підземного простору дозволяє сконцентрувати об'єкти обслуговування населення в тих місцях, де не вистачає ділянок для спорудження нових наземних комплексів і там, де необхідно звести до мінімуму всі переходи, замінити протяжні горизонтальні зв'язки більш короткими верти-

кальними. Підземний простір призначений для розміщення транспортних систем, допоміжних приміщень, складів, частини промислових і обслуговуючих підприємств, денна поверхня – для побуту і відпочинку городян. Нерідко основою підземної інфраструктури сучасного міста є транспортна мережа, зокрема, система ліній метрополітену, яка пов'язана з усіма районами міста, зупинками усіх видів міського та приміського наземного транспорту, зонами відпочинку і культурно-побутового обслуговування населення.

Прикладом збалансованого розвитку міста та вирішення транспортних проблем є Париж. Тут в районі площі Дефанс підземний простір ефективно використовується різним транспортом. Рух відбувається на декількох підземних рівнях. На найнижчому рівні – метрополітен, на рівень вище – автомагістраль для транспорту далекого прямування, ще вище – дорога для місцевих автобусів. На останньому підземному рівні знаходяться під'їзні дороги до будівель.

Через дефіцит вільних земель на території міст, зростання їх населення, розширення транспортних мереж та інженерних комунікацій спостерігається тенденція заглиблення міських споруд нижче поверхні землі. Крім транспортних потреб, підземний простір використовують для створення комплексів багатоцільового використання, розміщення торгових центрів, театральних, виставкових залів, вокзалів. У підземному просторі розміщують АТС і різні автоматичні пристрої, приймальні пункти служби побуту, підприємства зв'язку, торгівельні установи, гаражі. В підземному просторі можна розмістити енергетичний центр району: установки теплофікацій, енергетичне устаткування і холодильні агрегати.

У ряді розвинених країн – США, Великій Британії, Франції і Японії створені і функціонують цілі підземні комплекси багатоцільового призначення, що включають об'єкти сфери обслуговування і торгівельні комплекси. У Нью-Йорку, Парижі, Празі, Москві під землею розташовані сучасні торгівельно-розважальні центри, які крім магазинів, включають кінотеатри, ковзанки, басейни і концертні зали, підземні гаражі і складські приміщення. Ще далі в плані освоєння підземного простору пішов Пекін, де планується до 2020 року побудувати підземне місто площею

близько 90 млн. м<sup>2</sup>, яке включатиме діловий центр, великі торгівельно-розважальні центри і нові транспортні розв'язки.

У Києві на сьогоднішній день використовується лише незначна підземна частина міста – в основному для руху метрополітену, розміщення торгових площ під землею поблизу станцій метро, а також для паркування автотранспорту.

У деяких містах використання підземного простору пов'язане із наявністю виробок, що залишилися після вилучення корисних копалин (Одеса, Бахмут).

### ***Класифікація підземних споруд***

Підземні споруди створюють у таких галузях і сферах діяльності: гірничій справі, міському будівництві, енергетиці і нафтогазовій галузі, аграрному секторі, транспорті, науці, медицині. Загалом, кількість найпоширеніших напрямів використання підземного ресурсу складає більше 30-ти.

За доцільністю розміщення під землею об'єкти поділяють на такі групи:

- традиційно підземні споруди;
- споруди, для яких розміщення під землею має ряд технологічних переваг;
- споруди, що розміщують під землею в цілях економії території земної поверхні і поліпшення стану навколишнього середовища.

Необхідність створення і все більш активного використання підземного простору в сучасних містах обумовлена такими *чинниками*:

- прагнення до розушільнення забудови, що історично склалася, і оздоровлення старих частин міст;
- все більш відчутна нестача вільних міських земель, придатних для нової забудови, а також загроза ліквідації територій, прилеглих до міст, з частковим, а в деяких випадках і з повним знищенням природного середовища;
- раціональне використання міських територій;
- неможливість заняття нових територій (через екологічні наслідки розширення міст);
- необхідність радикального впорядкування міського руху з більш повним розділенням транспортних потоків, що перетинаються, а також потоків пішоходів і транспорту, із створенням

систем безперервного і швидкісного, позавуличного рейкового сполучення, і з компактним вирішенням пересадочних вузлів;

- подальший розвиток систем культурно-побутового і комунального обслуговування з розміщенням відповідних об'єктів у найпотрібніших місцях (у т. ч. у пунктів масових скупчень населення) з одночасним підвищенням рентабельності цих установ;

- збереження архітектурних пам'яток і ансамблів, що представляють культурно-історичну цінність;

- розвиток різноманітних засобів громадського, спеціального і індивідуального транспорту, для зберігання і технічного обслуговування якого потрібні великі території;

- розвиток засобів інженерного обладнання міста, комунального і складського господарств.

Будівництво міських підземних споруд в даний час розвивається дуже швидко. Залежно від *призначення і характеру використання* виділяють такі групи і види підземних або напівпідземних міських споруд, приміщень і пристроїв:

- інженерно-транспортні споруди – пішохідні і транспортні тунелі, перегінні тунелі і станції метрополітену, швидкісного трамвая і міських ділянок залізниць, автостоянки і гаражі, тунелі і станції тротуарів, що рухаються, окремі приміщення і вокзали;

- підприємства торгівлі і громадського харчування – торговельні зали і підсобно-допоміжні приміщення кафе-буфетів, їдалень, закусочних і ресторанів, торговельні кіоски, магазини, окремі приміщення або секції універсальних магазинів, торгових центрів і ринків;

- видовищні, адміністративні і спортивні будівлі і споруди – кінотеатри, виставкові і танцювальні зали, окремі приміщення театрів і цирків, більярдні, зали засідань і конференц-зали, ломбарди, книгосховища, архіви, запасники музеїв, стрілецькі тири, зали ігор і атракціонів, плавальні басейни;

- об'єкти комунально-побутового обслуговування і зв'язку – приймальні пункти, ательє і майстерні побутового обслуговування, перукарні, лазні і басейни, пральні, поштові відділення, ощадні каси, автоматичні телефонні станції;

- об'єкти складського господарства – продуктові і промтоварні склади, овочесховища, холодильники, різного роду резервуари для рідин і газів, склади паливно-мастильних і ін. матеріалів;

- об'єкти промислового призначення і енергетики – окремі лабораторії, цехи і виробництва (особливо ті, в яких необхідний захист від пилу, вібрації, зміни температур й ін. зовнішніх дій), теплові і гідроелектростанції, промислові котельні, промислові склади і сховища;

- об'єкти інженерного обладнання – трубопроводи водопостачання, каналізації, теплопостачання, газопостачання, водостоки і зливостоки, кабелі різного призначення, сміттєпроводи, загальні колектори підземних мереж, підстанції електротяги; господарсько-побутові пристрої – вентиляційні і калориферні камери, бойлерні і котельні, газорегуляторні пункти і газорозподільні станції, станції перекачування стічних вод, трансформаторні підстанції, очисні і водозабірні споруди.

*Конструктивні і об'ємно-планувальні вирішення підземних і напівпідземних споруд багато в чому зумовлюються глибиною їх залягання від поверхні землі. У зв'язку з цим відомі:*

- споруди глибокого залягання (на відмітках нижче 10-15 м від рівня поверхні землі), будівництво яких здійснюється закритим тунельним способом (без розкриття поверхні); їх розраховують на значний гірський тиск;

- споруди мілкового залягання (на відмітках вище 10-15 м від рівня поверхні землі), що будуються з повним або частковим розкриттям поверхні, а також закритим способом;

- замкнуті споруди, утворені перекриттями великої площі і позбавлені природного світла і провітрювання; до такого роду напівпідземних споруд відносять об'єкти, розташовані на поверхні землі або частково заглиблені.

Міські підземні споруди характеризуються відносно невеликою глибиною залягання, прив'язкою до конкретних поверхневих об'єктів і територій, особливою просторовою організацією, специфічним часовим режимом використання і т. ін. Для них створюють спеціальні підземні порожнини, що відповідають певним вимогам, які пред'являються у кожному конкретному випадку. Підземні споруди, не пов'язані з видобутком корисних копалин, будуються на глибині 15-300 м. Проте окремі сховища вуглеводнів розташовуються на глибині один км і більше.

За *об'ємно-планувальною схемою* розрізняють однорівневі і багаторівневі підземні споруди:

- одно-, двохпролітні, найпростішого типу;
- споруди, що створюють по складних планувальних схемах (у т. ч. криволінійні в плані);
- зальні (багатопролітні);
- споруди комбінованих типів.

Залежно від *функціонального і композиційного взаємозв'язку* з ін. будівлями виділяють:

- підземні споруди і підземні частини будівель у вигляді окремих споруд;
- комплекси підземних споруд і підземних частин будівель різного призначення;
- комплекси підземних споруд різного призначення, зв'язані єдиним об'ємно-планувальним вирішенням з їх наземними структурами, які є складовою частиною громадських, адміністративних, культурно-освітніх й ін. будівель або їх комплексів.

Відповідно до *умов розташування в місті* виділяють:

- підземні споруди, розташовані під міськими вулицями і площами, швидкісними дорогами, коліями рейкового транспорту і різного роду проїздами;
- підземні споруди і підземні частини будівель, розташовані безпосередньо під житловими, адміністративними і громадськими будівлями або їх комплексами;
- підземні споруди, розташовані під незабудованими ділянками, у т. ч. і під скверами і бульварами;
- окремі підземні споруди або частини споруд, що входять до складу комплексів інженерно-транспортного призначення, які розташовуються під міськими вулицями, площами і будівлями.

Перелік об'єктів, що розміщуються в міському підземному просторі, визначається, виходячи з *санітарно-гігієнічних і психофізіологічних вимог*. Час знаходження людей в підземних будівлях становить:

- концертні зали, театри, музеї, бібліотеки – 3-4 (до 5-ти) год.;
- магазини, кафе, ресторани, кінотеатри – 1-2 год.;
- споруди транспортного характеру – декілька хвилин;
- ряд споруд (склади, допоміжні і т. ін.), які експлуатуються з мінімальною участю людини – до однієї години.

Виділяють такі *принципи побудови і організації* міських підземних споруд:

- взаємозв'язок в просторі;
- більш складне зонування в порівнянні з поверхневими будівлями;
- всі підземні споруди повинні в перспективі складати єдину просторово-часову систему;
- необхідність прокладення комунікацій з урахуванням геологічних умов тощо.

### ***Напрями використання міського підземного простору***

Серед підземних споруд міст мережа інженерних комунікацій (комунальні мережі) є однією з найважливіших. Основними інженерними комунікаціями, які забезпечують нормальні умови повсякденного життя сучасного найбільшого міста, є такі:

- лінії питного водопостачання;
- лінії господарського (промислового) водопостачання;
- трубопроводи гарячого водопостачання;
- трубопроводи теплофікації;
- газопроводи;
- топливопроводи;
- побутова каналізація;
- зливово каналізація;
- кабелі і лінії зв'язку;
- кабелі освітлення;
- кабелі регулювання вуличного руху;
- кабелі електрифікованих залізниць;
- електричні лінії різної напруги;
- трубопроводи пневмопошти;
- трубопроводи пневматичного видалення сміття й ін.

Інколи можуть зустрічатися й ін. системи підземних комунікацій, головним чином, на промислових і навіть на сільськогосподарських підприємствах, зокрема, гасопроводи або молокопроводи. Підземні інженерні комунікації зазвичай споруджують роздільно, частіше всього в окремих траншеях, на різній глибині від поверхні, залежно від характеру раніше укладених комунікацій, фізико-механічних властивостей ґрунту, РГВ, природно-кліматичних і ін. умов. Значна частина комунікацій, за винятком побутової і зливової каналізації, розташовується на невеликій глибині – до трьох метрів.

В транспортних цілях створюють *тунелі*: пішохідні, автомо-



більні, залізничні, судноплавні і тунелі метрополітену. Прокладають їх для подолання гір, водойм і ін. перешкод в місцях проходження транспортних шляхів. Сучасні технології тунелебудування дозволяють забезпечувати стійкість цих споруд до дії гірського тиску, водопритоку й ін. чинників протягом декількох сотень років.

Виходячи з необхідності економії міської території або збереження характеру забудови, одним із напрямів міського підземного будівництва, що швидко розвивається, є спорудження *підземних гаражів* або *напівпідземних гаражів* і *стоянок*. Так, в Женеві (Швейцарія) побудований гараж на 530 машин площею 3 500 м<sup>2</sup> і глибиною 25 м. В Будапешті на площі Мартіnellі з багатоповерховою адміністративною будівлею з'єднаний наземно-підземний гараж рампового типу на 400 місць. Гараж має вісім наземних і два підземні яруси і займає дуже обмежену територію. До складу гаража входять вбудована автозаправна і напівпідземна станція обслуговування, розраховані, як на обслуговування «міських автомобілів», що заїжджають на стоянку, так і транзитних машин.

Верхній ярус (покриття) підземних або напівпідземних автостоянок може використовуватися для озеленення або відкритого зберігання машин. Наприклад, за цим принципом в житловому районі «Сите-Модель» в Брюсселі разом з численними відкритими автостоянками на 830 місць споруджений одноярусний підземний гараж на 180 автомобілів і 80 мотоциклів. Цей гараж сполучений підземними переходами безпосередньо з ліфтовими холами трьох великих багатоповерхових житлових будівель.

В підземному просторі можуть також розміщуватися частини *вокзалів* й ін. *споруди магістрального і приміського транспорту*. Відповідно до вирішення привокзальної площі і перону виділяють такі різновиди вокзалів:

- одноярусні, коли рух пасажирів і транспорту на пероні здійснюється в одному рівні (при цьому самі будівлі вокзалів можуть бути багатоповерховими);
- багатоярусні, коли рух пасажирів і транспорту на пероні організований в різних рівнях (надземному і наземному, наземному і підземному).

Наразі поширені переважно крупні багатоярусні вокзальні

комплекси, у т. ч. і з використанням підземного простору.

Основні причини підземного розміщення *магазинів і підприємств харчування* полягають у зростаючій потребі в торгових спорудах у містах, необхідності їх наближення до споживачів, подорожчанні і нестачі земель у центральній частині міста, збільшенні людських потоків у підземному просторі тощо.

Багато *культурних об'єктів* не потребують денного світла і можуть бути успішно розміщені в підземному просторі. Шляхом підземного розміщення *спортивних споруд* також може бути заощаджена велика кількість площ на поверхні для створення місць відпочинку і озеленення.

В *енергетиці* підземний простір використовується для будівництва у ньому частин електростанцій або сховищ енергії в різній формі. Розміщуються такі об'єкти, як правило, або в місцях видобутку енергії, або в місцях її споживання (тобто в містах). На даний час все більшу популярність набуває підземний спосіб зберігання нафти (нафтопродуктів) і газу.

Використання підземного простору в *аграрних цілях* здійснюється переважно для виробництва або зберігання певних продуктів. Основними передумовами цього є скорочення сільськогосподарських земель із одночасним зростанням потреб суспільства в сільськогосподарській продукції у зв'язку із зростанням чисельності населення на планеті. З іншого боку, підземні порожнини мають відносно стабільні кліматичні характеристики, що дає можливість цілорічного виробництва і зберігання продуктів харчування. Наразі, відомі випадки підземного розведення форелі, вирощування грибів і овочів, зберігання зерна, виробництва продуктів тваринництва тощо.

Основною передумовою створення *підземних науково-дослідних лабораторій* є захищеність підземного простору від різних поверхневих чинників: механічних, електромагнітних коливань і т. ін. Тому в підземних умовах проводять дослідження, які вимагають досить високої точності вимірювань, сталості кліматичних характеристик, а також ті, які можуть представляти небезпеку для поверхневих об'єктів (наприклад, прискорення заряджених частинок).

Основні причини розміщення в підземних умовах *сховищ водних ресурсів* – запобігання вилучення під водосховища земе-

льних територій і захист водних ресурсів від впливу антропогенних чинників і навколишнього середовища. До переваг підземних сховищ води відносять більш високу безпеку зберігання, постійну температуру води, скритність зберігання, запобігання випаровування, низьку вартість обслуговування даних споруд.

В міських умовах можливе також будівництво *підземних складів*. Розрізняють підземні склади активного і пасивного складування. При активному, систематично здійснюваному складуванні, коли щодоби переробляється велика кількість продуктів і матеріалів, необхідні розвантажувальні і вантажні майданчики, безпосередній зв'язок складів із залізничними комунікаціями, які добре сплановані і значні за розмірами. Подібний склад (корисною площею близько п'яти га) розташований поблизу м. Канзас-Сіті (США). Частина складу використовується для зберігання заморожених продуктів в кількості 25 тис. т при температурі до  $-32^{\circ}\text{C}$ . Вартість будівництва складу складала приблизно 10 % вартості наземного холодильника такої ж місткості.

Протягом останніх десятиріч в найбільших містах світу все більша увага приділяється проектуванню і будівництву не тільки окремих громадських і адміністративних будівель, але і *містобудівних комплексів*. В них включені різноманітні установи обслуговування, що проектуються в тісному взаємозв'язку з транспортними спорудами і які, як правило, вимагають широкого використання підземного (разом з наземним) простору.

Так, в багатьох крупних містах Західної Європи і США можна зустріти комплекси багатоповерхових житлових будинків з широким використанням підземного простору. В Парижі, на вулиці Фландер, на території площею у два га побудована група житлових триповерхових будівель. Перші поверхи будівель зайняті громадським приміщенням (магазинами самообслуговування, поштою, ошадкасою і ін.). Під будівлями і двором споруджено три підземні яруси загальною площею близько  $20\,000\text{ м}^2$ , які призначені для розміщення підземної стоянки машин, службових технічних і підсобно-складських приміщень. В багатьох крупних сучасних готелях використовується не тільки підземна частина самої будівлі, але і підземна частина двору. В підземних ярусах розміщуються гаражі-стоянки, торгові приміщення, скла-

ди, кімнати обслуговуючого персоналу, зали ресторанів й ін. приміщення. В будівлі готелю «Мареки» в Гельсінкі (Фінляндія) використовується декілька підземних рівнів, призначених не тільки для підсобно-технічних приміщень і автостоянок, але і для розміщення невеликих торгових підприємств, ресторанів, барів, кафе-закусочних, танцювальних залів тощо. В цій споруді сумарна корисна площа підземних приміщень і пристроїв перевищує об'єм наземної частини. В містах Японії до 1975 р. було побудовано підземні підприємства торгівлі загальною площею більше 400 тисяч м<sup>2</sup>.

*Переваги* будівництва міських підземних об'єктів такі:

- забезпечення раціонального використання землі;
- сприяння впорядкуванню транспортного обслуговування населення і підвищенню безпеки дорожнього руху;
- зниження вуличного шуму, вібрації і забруднення повітря вихлопними газами автомобілів;
- сприяння підвищенню художньо-естетичних якостей міського середовища;
- зменшення експлуатаційних витрат (на ремонт будівель, гідро- і теплоізоляцію тощо);
- пожежна безпека (розповсюдження вогню обмежено);
- збереження енергії;
- сейсмостійкість;
- захист від ядерного вибуху і радіоактивних опадів;
- захист від штормів.

Так, шляхом створення підземних приміщень можлива значна економія енергії. Наприклад, у США 37 % енергетичної сировини використовується в секторі житлових і комерційних будівель, а їх розміщення під землею дозволить зменшити потреби цих будівель в енергії на 36-60 %. У штаті Міннесота сезонні коливання температури складають 75, а під землею – 11 градусів, і у разі раптового припинення подачі енергії втрати складатимуть не більше одного градуса на день. У зв'язку з цим Міністерство енергетики США веде роботу по будівництву підземних житлових і комерційних будівель. У 1980 р. в США було побудовано більше 3 000 укритих землею житлових і більше 100 комерційних приміщень. Причому в цих будинках живуть досить забезпечені люди.

Спектр напрямів використання міського підземного простору практично необмежений. Одним з прикладів сучасного рівня розвитку підземного будівництва є столиця Франції м. Париж. Площі підземних приміщень тут у 80-ті роки склали: будівлі – 43 млрд. м<sup>3</sup>; лінії метро і швидкісні магістралі – 16; водовідвідні канали, каналізація, мережі, колектори – 8; національне товариство залізниць – 3; підземні паркінги – 2,5; торговельний центри – 1,5; підземні служби шляхів сполучення – 1,1; різні технічні галереї – 0,6, пустоти, що не використовуються – 6 млрд. м<sup>3</sup>. Існує також намір властей розмістити в Парижі під землею автомобільні дороги і залишити поверхню тільки для пішоходів.

В міському підземному будівництві відомі випадки вторинного використання підземних порожнин – застосування виробок, утворених при будівництві тунелів метро, для міських телефонних мереж, автостоянок і ін. цілей. Найбільший досвід вторинного використання гірських виробок належить США, де у м. Канзас-Сіті із наявних там більше 20 млн. м<sup>2</sup> виробок вапнякових шахт використовується близько 2 млн. м<sup>2</sup> (близько 10 %). Причому, підземний простір в м. Канзас-Сіті освоюється в 10 разів швидше, ніж створюється в результаті видобутку вапняку, що обумовлене високими потребами в ньому. При цьому 85 % простору використовується під склади різного призначення і холодильники, 7 % – під виробничі об'єкти, 5 % – під офіси, 3 % – під підприємства сфери обслуговування. Там же розміщуються приладові і складальні заводи телевізорів, міський промисловий парк, дві міжнародні торговельні зони, сховища цінної документації, комплексні сховища – холодильники і зерносховища.

### ***Недоліки використання підземних простору***

Разом із значними перевагами використання підземного простору, існують і деякі складнощі, обумовлені властивостями даного ресурсу. Так, наприклад, досвід підземного будівництва у м. Канзас-Сіті (США) показує, що існує три проблеми використання підземного простору: технічна, юридична і психологічна.

*Психологічна* проблема полягає в суб'єктивній думці людей про те, що умови перебування в підземному просторі гірші, ніж на поверхні. *Технічна* проблема включає складнощі з дренажем води, каналізацією, водостоком і вентиляцією. *Юридична* проблема найбільш властива США і ін. країнам, де історично влас-

ність на землю включає власність на підземний простір.

До основних *недоліків підземного простору*, в порівнянні з поверхневим, відносять:

- високу природну вологість;
- відсутність денного світла;
- неможливість вільного доступу з поверхні землі, оскільки спуск і підйом здійснюється через певні виробки;
- наявність гірського тиску і можливість зсування гірських порід внаслідок створення або використання підземних порожнин;
- більш високі капітальні витрати при будівництві будівлі під землею, ніж на поверхні.

Однією з основних *проблем* використання міського підземного простору є те, що при високій інтенсивності його використання існує небезпека впливу процесів будівництва і експлуатації підземних споруд як одна на одну, так і на поверхневі об'єкти.

### ***Перспективи використання підземного простору***

Сучасними вітчизняними і зарубіжними архітекторами розробляються концепції вертикальних міст майбутнього як нових, екологічно сприятливих систем – під землею може бути розміщено до 70 % від загального обсягу гаражів та автостоянок, до 60 % – складських приміщень, до 50 % – архівів і сховищ, до 30 % – установ культурно-побутового обслуговування, до 3 % – приміщень науково-дослідних інститутів.

Підземне місто має вигляд «шаруватого пирога» (рис 4.10).

Сучасними містобудівними концепціями передбачається розподіл всіх міських підземних споруд по чотирьох рівнях глибини. В першому ярусі, який знаходиться найближче до поверхні, містяться пішохідні переходи, торгові заклади, служби комунально-побутового обслуговування, зв'язку, культурно-розважальні центри, гаражі-стоянки, адміністративні, спортивні споруди.

У другому ярусі – автомобільні розв'язки, транспортні тунелі, вузли пересадок, залізничні вводи – дублери найбільш завантажених наземних магістралей та вулиць, об'єкти складського господарства, холодильники, а також підприємства промисловості і енергетики (окремі цехи, лабораторії і виробництва).

У нижньому ярусі – експрес-метрополітен, пневмотранспорт, які забезпечують швидкий зв'язок окраїн міста із центром по найкоротших напрямках.

У останньому, найнижчому ярусі, розташовані об'єкти міської інженерної мережі (трубопроводи тепло-, водо-, газопостачання і каналізації, кабелі різноманітного призначення тощо).



*Рис. 4.10. Варіант використання підземного простору*

Підземний простір можна вельми успішно використовувати для створення рекреаційних зон. Наприклад, в покинутому підземному трамвайному депо в Нью-Йорку (площею 6 тис. м<sup>2</sup>) планується створення справжнього підземного парку з назвою Low Line (буквальний переклад – Низька Лінія) (рис. 4.11).



*Рис. 4.11. Проект підземного парку Low Line у покинутому трамвайному депо в Нью-Йорку*

Згідно проекту архітектурної студії RAAD, заплановано перетворити цей підземний термінал на підземний парк в якому б

росли дерева, трава і кущі, а також були б місця для відпочинку і активного проведення часу. Для освітлення парку використовуватиметься сонячне світло, яке потраплятиме під землю завдяки використанню спеціальної високотехнологічної системи оптико-волоконного освітлення. Це світло потраплятиме під землю, пройшовши заздалегідь фільтри для позбавлення від інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання. Життя міста під землею забезпечуватимуть кондиціонери, очищувачі повітря, магістралі світла і тепла. Різноманітні установки і прилади забезпечуватимуть нормальні умови для перебування людини у підземному просторі.

Зарубіжний і вітчизняний досвід (рис. 4.12) свідчить про те, що використання підземного простору сприяє вирішенню багатьох містобудівних, інженерних і соціальних задач: обмежується територіальне зростання міст, підвищуються швидкість і безпека руху міського транспорту і пішоходів, знижується вуличний шум, поліпшується санітарно-гігієнічний стан повітряного басейну, підвищується рівень озеленення і т. ін.



*Рис. 4.12. Використання підземного простору у м. Полтава*

Завдяки освоєнню підземного простору істотно поліпшується транспортне, культурно-побутове і комунальне обслуговування населення міст і прилеглих до них агломерацій. Широке використання підземного простору в містобудуванні сприятиме покращенню соціальної організації і умов життя населення, а також створенню комплексних, раціонально спланованих, зручних



і економічних міст.



### **Контрольні питання**

1. Розкрийте значення геологічного середовища міста.
2. Які геоекологічні процеси, що відбуваються в міських екосистемах, є провідними в умовах крупних міст?
3. Наведіть види і приклади впливу геологічних чинників на міські екосистеми.
4. У чому полягає процес антропогенних змін рельєфу?
5. Поясніть принципи класифікації міських геологічних відкладень.
6. Що являють собою техноземи?
7. Охарактеризуйте фізичні поля, що виникають в міському середовищі під впливом антропогенезу.
8. Назвіть небезпечні геологічні процеси у містах.
9. Зазначте причини виникнення небезпечних геологічних процесів.
10. Охарактеризуйте основні заходи щодо попередження і ліквідації небезпечних геологічних процесів у містах.
11. Яким чином використовується підземний простір міста?



### **Література**

1. ДБН В.1.1-25-2009 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення» [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_1\\_1\\_25\\_2009/1-1-0-785](http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_1_1_25_2009/1-1-0-785).
2. Земельний кодекс України [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://kga.gov.ua/files/doc/normy-derjavny/zakony/ZEMELNYJ-KODEKS-UKRAINY.pdf>.
3. Кодекс України про надра [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakonbase.com.ua/pro-nadra>.
4. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт / навч. посіб. / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. –

- Харків : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
5. Географічна енциклопедія України. В 3-х томах. – К. : Українська енциклопедія. – Т.1, 1989. – 414 с.; Т.2, 1990. – 479 с.; Т.3, 1993. – 479 с.
  6. Касимов Н. С. Экология города : уч. пос. / Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин ; под ред. Н. С. Касимова. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.
  7. Таболіна Т. В. Ландшафтний підхід до вивчення порушених територій / Т. В. Таболіна, О. В. Чемакіна / Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Науково-технічний збірник. – Випуск 10 / Головний редактор М. М. Дьомін. – К.: КНУБА, 2002. – С. 116-119.
  8. Экология города : уч. пос. / [В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова и др. ; под. ред. В. В. Денисова]. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : издат. центр «МарТ», 2008. – 832 с. (Серия «Учебный курс»).
  9. Экология города : учебн. / под ред. Ф. В. Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.

## РОЗДІЛ 5 ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА

---

Вода – одне з найважливіших природних середовищ, яке забезпечує життя. Вона є складовою частиною біосфери і має цілий ряд властивостей, які впливають на фізико-хімічні і біологічні процеси, що протікають в екосистемах. До таких властивостей належать дуже високі і максимальні серед рідин теплоємність, теплота плавлення і теплота випаровування, поверхневе натягнення, розчинна здатність, діелектрична проникність і прозорість. Крім того, для води характерна підвищена міграційна здатність, що має важливе значення для її взаємодії з суміжними природними середовищами. Ці властивості води визначають потенційну можливість накопичення в ній дуже високих кількостей найрізноманітніших забруднюючих речовин, у тому числі патогенних мікроорганізмів.

Одночасно суттєвою відмінністю води є її властивість безперервно відновлюватись внаслідок кругообігу, основною ланкою якого є водообмін між океаном і сушею. Важливою особливістю води є також її здатність до кількісного й якісного збереження.

Вода – це один із природних ресурсів, без якого неможливе життя і діяльність людини. Міські поселення здавна виникали по берегах річок і озер, які служили джерелом водопостачання, а часто і зручним транспортним шляхом. Найбільше значення в житті та господарській діяльності людини мають прісні води.

Водні об'єкти в межах міської території є містоутворюючим чинником. Уздовж них і навколо формуються житлові квартали, будується орієнтація вулиць і проїздів. Міські водойми і водотоки мають естетичне значення і використовуються для рекреації. На судноплавних річках і каналах, в приморських містах розташовуються порти.

Завдяки комфортному мікроклімату і привабливій естетиці міські набережні є найпрестижнішим районом розселення, улюбленим місцем прогулянок городян. Із зростанням благоустрою міст водойми і водотоки, розташовані в міській межі, набувають все більш важливого архітектурно-планувального, рекреаційного і естетичного значення.

### 5.1. Водні об'єкти міста

До водних об'єктів, що розташовані у межах урбанізованої території, належать водотоки, водойми і підземні води.

Водотоки підрозділяють на річки, струмки, канали. *Річки* – це водні потоки, що течуть постійно або більшу частину року по поверхні суші в розроблених ними долинах, які живляться стоком атмосферних опадів зі свого водозбору. Залежно від площі водозбірного басейну річки поділяють на малі (до 2 тис. км<sup>2</sup>), середні (2-50 тис. км<sup>2</sup>) і великі (понад 50 тис. км<sup>2</sup>).

Стрімкий розвиток інфраструктури міст призводить до того, що русла багатьох малих річок, що протікають по території міста, спрямляють і переводять у підземні, де вони течуть по колекторах. Наприклад, р. Либідь, одна з річок м. Києва, загальна протяжність якої становить 16 км, має єдину ділянку з природним руслом – всього у 350 м (рис. 5.1.)



Рис. 5.1. Річка Либідь, м. Київ

*Струмки* – невеликі постійні або тимчасові водотоки, утворені стіканням снігових і дощових вод, або виходами на поверхню підземних вод.

*Міські канали* – штучні водотоки, що прокладають для судноплавства, перекидання стоку річок або для запобігання повеней при згінно-нагінних явищах. Русло каналу влаштовують із залізобетону, рідше з кам'яної кладки, в окремих місцях канал забирають в трубу.

*Водойми* (озера, водосховища, ставки) за розміром (площею водної поверхні), поділяють на чотири категорії: малі (до 10 км<sup>2</sup>), середні (10-100 км<sup>2</sup>), великі (100-1000 км<sup>2</sup>) і дуже великі (понад 1000 км<sup>2</sup>).

Моря поділяють на відкриті і внутрішні. Моря України класифікують таким чином: Чорне море належить до відкритого типу, Азовське – до внутрішнього.

Гирлова ділянка річки, що впадає в море безрукавним руслом, називається *естуарієм*, або лиманом. Естуарії класифікують по переважаючому гідрологічному режиму: стічні, приливо-відпливні, згінно-нагінні; і по коливаннях рівня: до 0,5 м – малі, від 0,5 до 1,0 м – середні, понад 1,0 м – великі.

Підземні води підрозділяють на водоносні горизонти і комплекси, що утворюють в просторі басейни і родовища, які за площею басейну поділяють на такі категорії: мале (до 100 м<sup>2</sup>), середнє (100-1000 м<sup>2</sup>) і велике (понад 1000 м<sup>2</sup>).

Родовища підземних вод, розташовані як в приміській зоні, так і в межах міської території, що придатні за якістю і захищеністю для питної мети, використовують для централізованого водопостачання міста.

За функціональним призначенням міські водні об'єкти поділяють на:

- природні;
- природно-рекреаційні;
- рекреаційні для купання;
- декоративні;
- технічні (ставки-регулятори, відстійники).

Приналежність до того або ін. виду використання водойми визначається її місцеположенням у місті (природні комплекси, селітебна територія), походженням (природні, штучні), ступенем проточності, водообміном, якісним складом. При багатофункціональному використанні визначається головний вид водокористування, відповідно до якого до водойми пред'являються вимоги щодо якісного складу води.

Вода надзвичайно широко використовується людиною. Вона є продуктом безпосереднього споживання й у великій кількості витрачається на господарсько-побутові і санітарно-гігієнічні потреби. Як носій тепла вода використовується для обігрівання житлових приміщень, виробничих, навчальних, адміністративних та інших будівель. У промисловому і сільськогосподарському виробництвах вода використовується для різних потреб. Вона є складовою частиною продукції, що виробляється, розчин-

ником, засобом обробки та транспортування сировини і готової продукції, охолоджувачем нагрітих агрегатів і механізмів. Важливе значення має вода в технології виробництва електроенергії і у функціонуванні водного транспорту. Не менш важливе її значення для відпочинку, туризму, спорту і лікування населення.

Розташовані в міській межі водотоки і водойми використовують головним чином для рекреації – купання, відпочинку на березі, катання на човнах, рибальства. Місця рекреації, а також правила поведінки на воді встановлюються місцевою адміністрацією. Якість води в районі пляжів повинна відповідати нормам і вимогам комунально-побутового водокористування. Контроль якості води водних об'єктів, що використовуються для рекреації, здійснює місцева санепідемслужба.

Судноплавні водні об'єкти призначені для проходження і стоянки в портах суден й ін. плавучих засобів. Спеціальні правила для користування маломірним моторним флотом встановлюються місцевою адміністрацією. Вони направлені на захист здоров'я відпочиваючих і охорону вод від забруднення. На судноплавних річках, озерах і водосховищах умови проходження і стоянки суден, а також ін. плавзасобів, включаючи заходи по охороні вод від забруднення і засмічення, визначаються законодавством.

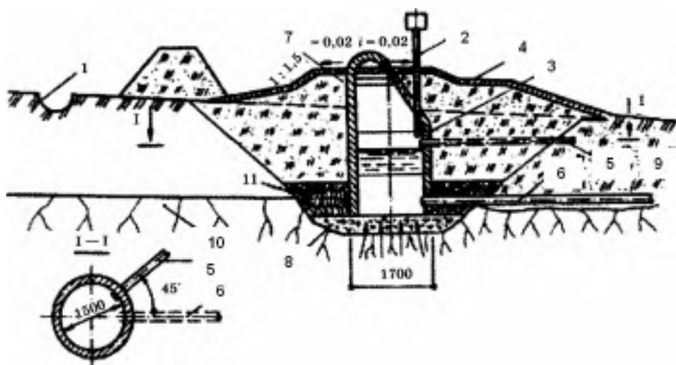
Скид стічних вод у водні об'єкти в межах міської межі, згідно законодавству, заборонений. Стічні води відводять на загальноміські очисні споруди, скид з яких в річку розташований за межами міста. У разі скиду стічних вод в міські річки склад скидних вод в місці випуску повинен відповідати якості води водних об'єктів комунально-побутового водокористування.

### *Джерела у міській межі*

В природних умовах виходи підземних вод на денну поверхню проявляються у вигляді *низхідних джерел*, приурочених зазвичай до схилів гірських височин і долин ярів, балок, річок, що живляться за рахунок безнапірних вод, і *висхідних джерел*, що утворюються за рахунок напірних вод, прийом яких здійснюється відповідно до їх руху від низу до верху, через дно каптажного пристрою.

*Каптаж* джерел є спорудою для захоплення підземних вод висхідних і низхідних джерел та для зручності водокористуван-

ня. Конструкція каптажних споруд вибирається залежно від гідрогеологічних умов виходу підземних вод на поверхню землі, морфології місця виходу джерела, потужності відкладень, що покривають водоносний пласт, і дебіту джерела. Приклад конструкції залізобетонної камери для каптажів джерел наведений на рис. 5.2. Переважне число джерел міст належить до низхідних.



**Рис. 5.2. Залізобетонна каптажна камера (висхідне джерело)**

1 – водовідвідна канава; 2 – вентиляційна труба; 3 – залізобетонні кільця каптажної камери; 4 – обсіпка; 5 – переливна труба; 6 – трубопровід до споживача; 7 – глиняний замок; 8 – гравійний зворотний фільтр; 9 – водоносний пласт; 10 – скельна тріщинувата порода; 11 – вимощення

Джерельні води за своєю якістю відповідають воді того пласта, з якого вони виливаються. Поверхня і освоєний підземний простір міст чинять надто несприятливу дію на якість ґрунтових вод. Висхідні напірні джерела є більш захищеними від забруднення і їм слід віддавати перевагу при користуванні населенням.

За витратою води джерела бувають: малі – з витратою менше 1 л/с, середні – 1-10 л/с, крупні – більше 10 л/с. Найбільший інтерес представляють джерела із значною витратою. Середні і крупні джерела, вода яких відповідає питній якості, можуть бути використані як джерела водопостачання. Проте, використовуючи джерело для постійного водопостачання якого-небудь об'єкта, необхідно мати гарантію тривалості функціонування і достатності витрати для покриття всіх потреб об'єкта у воді.

Місцеві жителі широко використовують джерельну воду як питну. Такі води можуть бути також альтернативним джерелом питного водопостачання в період надзвичайних ситуацій. Проте, через прогресуючу негативну дію міського середовища на якість підземних вод, лише окремі джерела після ретельних гідрогеохімічних, мікробіологічних і радіологічних досліджень можуть бути рекомендовані для використання населенням. Територія в районі джерела і підходи до нього упорядковуються.

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

## **5.2. Головні водокористувачі в місті**

Основними споживачами води є промисловість і комунальне господарство. Водні об'єкти також використовують для риборозведення, відпочинку і оздоровлення населення.

Вибір джерела водопостачання здійснюється з урахуванням вимог споживача до якості води, а також придатності її для певних видів користування, які наведені у відповідних нормативних документах і регламентуються галузевими стандартами.

### ***Промисловість***

Серед водокористувачів перше місце за кількістю води, забраної із водних об'єктів, займає промисловість. Вода в промисловості використовується для випуску продукції, як теплоносії (охолодження нагрітих у процесі виробничих операцій агрегатів, механізмів, інструменту), як поглинач і засіб транспортування, як розчинник, та для змішаного використання. Значна кількість води використовується, як складова частина промислової продукції, для підтримання необхідних санітарно-гігієнічних умов у виробничих приміщеннях і на території підприємств, для задоволення потреб працюючого персоналу, створення резервів при гасінні пожеж тощо.

Витрачання води промисловими підприємствами залежить від виду виробництва і системи їх водопостачання. Останні бувають прямотечійними, послідовними і оборотними (рис. 5.3).

*Прямотечійні системи* є найпростішими. Воду за допомогою насосної станції забирають із водного об'єкта і подають до об'єктів виробництва. Після її використання для виробничих по-



треб (виготовлення продукції, у технологічних процесах та ін.) стічна вода каналізаційними шляхами надходить на очисні споруди. Після очищення відпрацьовані води можуть скидатись назад у водотік чи водойму на певній відстані від водозабору. Такі системи водопостачання зазвичай використовують у достатньо забезпечених водою районах.

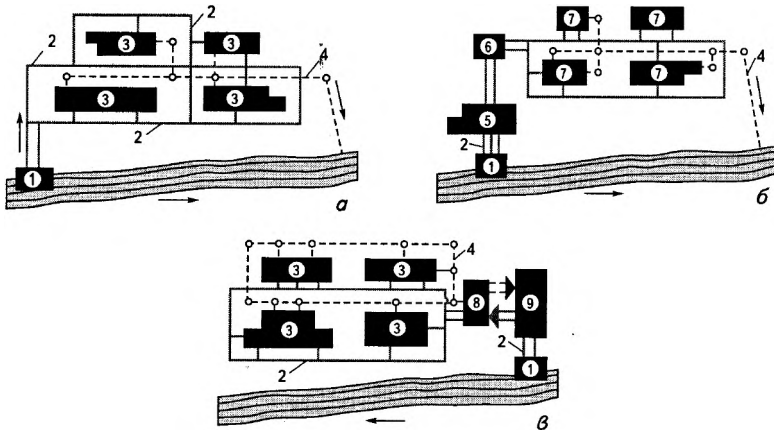


Рис. 5.3. Схеми виробничого водопостачання

*a* – прямотечійна; *б* – з послідовним використанням води; *в* – оборотна:  
 1 – водоприймач, суміщений з насосною станцією; 2 – мережа напірних трубопроводів; 3 – виробничі цехи; 4 – мережа самопливних скидних трубопроводів; 5 – виробничий цех первинного використання води; 6 – насосна станція другого підйому; 7 – виробничі цехи повторного використання води; 8 – циркуляційна насосна станція; 9 – споруди для охолодження води

Системи водопостачання з *послідовним використанням* води передбачають повторне її використання на цьому самому підприємстві. Після завершення технологічного процесу в одному цеху відпрацьована вода надходить у інший, де також забезпечує випуск промислової продукції. Іноді вода використовується багаторазово в ряді цехів, після чого у забрудненому стані надходить на очисні споруди.

Часто відпрацьовану воду використовують для гідравлічного видалення окалини, шлаку й попелу; інколи гарячу воду використовують для роботи енергетичних установок, для обігрівання

житлових будинків і парників, а теплі води – для зрошення і рибозведення.

Системи *оборотного водопостачання* впроваджують за необхідності забезпечити потреби великих промислових підприємств з великою водоемкістю, особливо в умовах обмежених водних ресурсів і небезпеки їх забруднення. За таких систем відпрацьовані води у водотоки і водойми не скидають, а використовують їх знову для потреб виробництва. Відпрацьовану воду за необхідності пропускають крізь охолоджуючі споруди та пристрої (водосховища-охолоджувачі, градирні, бризкальні басейни) і знову направляють у виробничий цикл. Інколи частина відпрацьованих вод може бути забрудненою, тому перед повторним використанням її попередньо очищають. В зв'язку з тим, що деяка кількість води (2-5 %) при використанні втрачається необоротно, її запаси періодично поповнюють із водного об'єкта.

Оборотне водопостачання може здійснюватися, як єдина система для всього підприємства або у вигляді окремих циклів для окремого цеху або групи цехів. Системи оборотного водопостачання є найпрогресивнішими з точки зору раціонального використання і охорони водних ресурсів.

У промисловості найбільшими водокористувачами є енергетика, на частку якої припадає 60 % всієї забраної води, чорна металургія – 17, хімічна та нафтохімічна промисловість – 6, харчова промисловість – 5 %. Це – найбільш водоемні галузі, оскільки вони використовують близько 90 % всієї забраної води для потреб промисловості.

За об'ємом водокористування галузі промисловості поділяють на *водоемні* і *неводоемні*. При цьому розрізняють питому водоемність виробництва або питоме водокористування і загальну водоемність підприємства чи галузі. Так, на деяких підприємствах при порівняно невеликому питомому водокористуванні загальний об'єм водокористування у зв'язку з їх великою потужністю може бути дуже значним. До найбільш водоемних галузей промисловості належать хімічна, целюлозно-паперова, чорна і кольорова металургія.

Обсяг споживання води в промисловості оцінюють *водоемністю виробництва (питомим водокористуванням)* – кількістю води, потрібної для виробництва однієї тони готової продукції

(м<sup>3</sup>/т). Водоемність виробництва різних видів продукції коливається в дуже широких межах: сталі, чавуну – 50-200 м<sup>3</sup>/т; сульфатної кислоти – 25-80; міді – 500; пластмас – 500-1000; синтетичного каучуку – 200-3000 м<sup>3</sup>/т. Для роботи ТЕС потужністю 3,0 МВт потрібно близько 300 км<sup>3</sup> води на рік. Середній хімічний комбінат щодоби витрачає 1-2 млн. м<sup>3</sup> води.

Витрачання води на одиницю промислової продукції залежить від потужності підприємства, схеми технологічного процесу та режиму використання води у ньому. Як правило, з укрупненням, переоснащенням та інтенсифікацією виробництва питоме водокористування зменшується, проте величина його за деякими видами продукції залишається ще значною (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Питоме водокористування деякими галузями промисловості**

Вид продукції	Використання води, т/м <sup>3</sup>
Вугілля	3...5
Нафта (переробка)	30...50
Сталь	50...150
Чавун	150...200
Папір	200...400
Хімічні добрива	300...600
Бавовняні тканини	300...1000
Синтетичне волокно	2500...5000

Промисловість є одним із найвідповідальніших водокористувачів (після комунального господарства) і потребує практично безперервної її подачі. Критерій забезпеченості за кількістю безперервних за водністю років для неї становить 95-97 %.

Для задоволення потреб у воді працюючого персоналу розроблено нормативи, згідно з якими на кожного робітника в звичайному цеху необхідно мати 25, а в гарячих цехах – 35 л води на зміну. Крім того, передбачається використання води для миття (під душем) із розрахунку 40-60 л на людину. Додатково враховується необхідність прибирання приміщень і поливу зелених насаджень на території промислового підприємства.

Певна кількість води необхідна для гасіння пожеж, які можуть виникнути на підприємстві. Залежить вона від ступеня вогнестійкості будівель, їх кубатури та категорії виробництва і змі-

нюється від 5 до 30 л/с. Розрахункова тривалість пожежі дорівнює трьом годинам.

Вимоги промисловості до якості води неоднакові для різних виробництв – найвищі вимоги висувають галузі промисловості, де вода входить до складу продуктів харчування. Найменш вимогливі виробництва, де вода використовується як засіб для транспортування. Для ряду галузей промисловості якість води оцінюється за стандартами *жорсткості, накипоутворення, схильності до корозії, піноутворення й агресивності*. Так, для текстильної галузі для виробництва вода має бути високої прозорості, з незначним вмістом заліза (не більше 0,3 мг/дм<sup>3</sup>) і жорсткістю не більше 7 ммоль/дм<sup>3</sup>. Високі вимоги до якості води висувають також збагачувальні фабрики добувної промисловості, де вона використовується для флотації.

Для промислових цілей використовують тільки поверхневі води, у т. ч. води морів і океанів. Підземні води використовують лише за потреби для перебігу технологічних процесів, з температурою до 15 °С і за наявності запасів цих вод, ресурси яких є достатніми для забезпечення господарсько-питного і промислового водопостачання. В окремих випадках допускається застосування термальних вод.

### ***Енергетика***

Енергетика, як галузь промисловості, є найбільшим користувачем води (60 % усієї води, що забирає промисловість) і має деякі специфічні особливості водокористування. Виробництво електроенергії з використанням водних ресурсів здійснюється на теплових, атомних і гідравлічних станціях. Із загальної кількості електроенергії, яка виробляється в Україні, на частку теплових станцій припадає 47,3 %, атомних – 43,5, гідроелектростанцій – 9,2 %.

Для роботи теплових і атомних станцій необхідна велика кількість води. В основному вона витрачається на виробництво пари в котлах і конденсацію відпрацьованої пари, на охолодження масла, газу, повітря, підшипників, для гідравлічного видалення попелу, шлаку, шламу тощо.

### ***Рибне господарство***

Неодмінна умова існування рибного господарства – чиста вода. Для нормального росту і розмноження риби необхідно,

щоб вода у водоймах і водотоках мала достатню кількість кисню (не менше  $3 \text{ см}^3/\text{дм}^3$ ), була проточною, прозорою і безколірною. Температура води для нормального розвитку риби влітку має бути  $13-27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Неприпустимою є наявність у воді ароматичних і важких вуглеводнів, вільного Хлору, сполук Плюмбуму, Купруму, поліхлорпінелу, Флуору, гексахлорану, жирів, мила, смоли, воску, Цинку, ціанідів, Барію тощо.

### ***Водний транспорт***

Внутрішній водний транспорт має важливе значення в економіці держави, він здійснює перевезення вантажів і пасажирів, забезпечує зв'язок між прилягаючими до річкових систем промисловими і сільськогосподарськими районами. Цим транспортом в основному перевозять масові вантажі, які не потребують великої швидкості доставки і рівномірної подачі протягом року (будівельні матеріали, руди, вугілля, нафта і нафтопродукти тощо). Вартість перевезень водним транспортом у 2,5-3,0 рази дешевша за залізничний, і у 10-15 разів – за автомобільний.

Водний транспорт висуває значні вимоги до режиму річкового стоку. Головна умова його роботи – необхідність підтримання на водних шляхах у навігаційний період певної мінімальної (гарантованої) глибини, ширини і радіуси заокруглень. Останні встановлюються залежно від типів і розмірів суден.

### ***Комунальне господарство***

Вода в комунальному господарстві використовується для задоволення питних і побутових потреб населення, для роботи підприємств побутового обслуговування, міського транспорту, будівельних організацій, в протипожежних цілях, для обігріву (опалення) житлових та ін. будинків, поливу зелених насаджень, вулиць, присадибних ділянок тощо.

*Водозабезпечення населення* має ряд особливостей, які відрізняють цього водокористувача від інших. Одна з них – високі вимоги до якості води, оскільки стан джерел водопостачання і якість питної води безпосередньо впливають на здоров'я населення. Інша особливість полягає в тому, що потреби населення у воді мають задовольнятися із високим ступенем надійності – обмеження, і перебої в подачі води, як правило, неприпустимі.

Одним із основних показників використання води комунальним господарством є *питоме водокористування* – добовий

об'єм води у літрах, який припадає на одного жителя. Цей показник з початку ХХ ст. увесь час збільшувався. Якщо на початку століття в населених пунктах із водопроводом використовувалось 40-60 л води одним жителем за добу, то у 60-ті роки – 155, у 70-ті – понад 220, а у 80-ті – більше 300 л/добу. У містах – столицях зарубіжних країн питоме водокористування характеризується такими показниками: Тбілісі – 1170 л/добу (у т. ч. 700 л на господарсько-питні потреби і 470 л – на потреби промисловості), Санкт-Петербург – 824 (з них відповідно 492 і 332 л), Москва – близько 700 л (відповідно 410 і 290 л), Париж – 450, Гельсінкі – 446, Лондон і Копенгаген – 250 л. На жителя Києва щодоби витрачається близько 400 л води.

Величина питомого водокористування в різних районах країни неоднакова і залежить від кліматичних умов, чисельності населення та ступеня благоустрою будинків. У південних районах питоме водокористування більше, ніж у північних. З урахуванням згаданих факторів розроблено нормативи господарсько-питного водокористування (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

### **Норми господарсько-питного водокористування в населених пунктах України**

Ступінь благоустрою будівель	Норма використання води на одного жителя, л*		Коефіцієнт нерівномірності	
	середньодобова (за рік)	максимальна добова	добовий	погодинний
Водопровід, каналізація і центральне гаряче водопостачання	275-400	300-420	1,09-1,05	1,26-1,20
Водопровід, каналізація і ванни з газовими колонками	180-230	200-250	1,11-1,09	1,30-1,25
Водопровід, каналізація без ванн	125-150	140-170	1,12-1,13	1,50-1,40
Без водопроводу і каналізації	30-50	40-60	1,33-1,20	2,00-1,80

\*Більші значення норми водокористування застосовуються в південних районах, менші – в північних.

У середньому один житель України споживає 326 л води на добу. Для порівняння: відповідно до національних нормативів у

Болгарії споживається 200 л/добу на одного жителя, в Румунії – 230, Польщі – 240, Угорщині – 250-350, США – 455, а в країнах, що розвиваються (Центральна Африка, Близький Схід), цей показник становить лише 10-15 л/добу. За даними ООН, нормою споживання є 200 л/добу на одного мешканця.

Комунальне господарство нерівномірно використовує воду впродовж року. Значно збільшується кількість використання води влітку на побутові потреби населення, на поливання тротуарів, вулиць і зелених насаджень. В інші сезони року водокористування зменшується, і відхилення у використанні води від середньої величини становлять 15-20 %. Використання води протягом доби також нерівномірне. Більша частина (понад 70 % добового об'єму) використовується вдень. Нерівномірність добового і погодинного водокористування характеризується відповідними коефіцієнтами, які визначаються, як відношення максимального добового чи погодинного використання до середнього.

Вода, що подається комунальними водопроводами, має бути високої якості та відповідати державному стандарту, яким визначені основні її властивості (фізичні, хімічний та бактеріальний склад).

Для комунально-питного водопостачання широко застосовують підземні води. Як джерело водопостачання вони мають низку переваг перед поверхневими: краще захищені від забруднення і випаровування, їх ресурси не мають істотних сезонних і багаторічних коливань. У багатьох випадках підземні води можуть добуватися поблизу користувача. Ці переваги зумовили значне збільшення використання підземних вод для господарсько-питного водопостачання.

У даний час багато міст України задовольняють свої потреби у воді за рахунок підземних вод. Зокрема в Луганській, Волинській, Закарпатській, Житомирській, Кіровоградській, Рівненській, Полтавській, Сумській, Тернопільській, Хмельницькій, Херсонській, Чернівецькій областях використання підземних вод для цієї мети досягає 50-80 %. Водопостачання Львова, Полтави, Хмельницького і 27 міст обласного підпорядкування, а також значної кількості селищ міського типу північних та західних областей (Глухів, Ковель, Миргород, Ніжин, Нововолинськ, Сарни та ін.) базується виключно на підземних водах.

Ще більше значення мають підземні води у сільській місцевості, де їх використовує близько 80 % сільського населення. В цілому в Україні частка підземних вод у господарсько-питному водопостачанні становить 54 %.

### ***Оздоровлення, відпочинок і спорт***

Водні об'єкти широко використовують в рекреаційних, спортивних і оздоровчих цілях. Зокрема, важливими для відпочинку є водойми в міських парках та скверах.

До водотоків і водойм, що використовують в оздоровчих цілях, ставлять певні вимоги щодо кількості й якості води. Основною умовою функціонування таких об'єктів є необхідність постійної подачі в них свіжої води для створення проточності та забезпечення високого вмісту у воді кисню.

Водокористування для оздоровчих, рекреаційних і спортивних потреб може бути загальним і спеціальним. Норми водокористування в рекреаційних установах наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

### **Норми водокористування в рекреаційних установах**

Установа	Норма використання води на одну людину, л/добу
Санаторії	400-500
Лікувальні заклади з використанням грязей	700-800
Будинки відпочинку, пансіонати	100
Стадіони та спортивні зали:	
• для спортсменів	50-60
• для глядачів	3

Спеціальні зони відпочинку з лісопарковою територією, пляжами та водними об'єктами постійно контролюються та охороняються. Відпочинок населення дозволений на усіх водних об'єктах, за винятком санітарних зон, які примикають до водозаборів. До закритих зон належать також частини водотоків і водойм, що використовуються для риборозведення, і деякі водні об'єкти у заповідниках.

Згідно з природоохоронним законодавством на території рекреаційних зон заборонена господарська й інша діяльність, що негативно впливає на природне середовище або може перешкодити використанню їх за цільовим призначенням.



### 5.3. Якість води

Можливість використання води залежить від її природної якості. *Якість води* – це показники її складу та властивостей, які визначають рівень придатності води для конкретних видів водокористування (питного, промислового, побутового тощо). Чиста вода прозора, не має кольору запаху і смаку.

У воді природних джерел завжди містяться домішки:

- розчинені хімічні речовини – солі, окисли, гази та ін.;
- нерозчинені завислі частинки мінерального та органічного походження;
- живі організми – мікроби, бактерії, водорості;
- синтетичні поверхнево-активні речовини.

Домішки надають природній воді властивостей, які змінюються, залежно від їх складу та кількості.

Природні води класифікують за різними ознаками, за якими визначають придатність вод для певного виду використання. За О. О. Альокініним, їх поділяють на окремі класи:

- за ступенем мінералізації (вмістом солей): прісні – до  $1 \text{ г/дм}^3$ , солонуваті – 1-3, слабкосолоні – 3-10, солоні – 10-50  $\text{г/дм}^3$ ;
- за величиною рН: лужні – 11-14, слабколужні – 8-10, нейтральні – 7, слабкокислі – 4-6, кислі – 1-3;
- за загальною твердістю: дуже м'які – до  $1,5 \text{ ммоль/дм}^3$ , м'які – 1,5-3, 0, помірно тверді – 3-6, тверді – 6-9, дуже тверді – понад  $9 \text{ ммоль/дм}^3$ ;
- за ступенем бактеріальної забрудненості (колі-індексу): дуже забруднені – понад 10 000, забруднені – понад 1000, слабкозабруднені – понад 100, задовільні – понад 10, добрі – менше трьох.

#### Показники якості води

Оскільки не існує єдиного показника, який характеризував би увесь комплекс характеристик води, оцінку якості води здійснюють на основі системи показників. Показники якості води поділяють на *фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні і хімічні*.

Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні і специфічні. До *загальних* відносять показники, характерні для будь-яких водних об'єктів. Присутність у воді *специфічних* показників обумовлена місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенної дії на водний об'єкт.

### **Фізичні показники якості води**

До фізичних показників якості води належать: температура, прозорість, каламутність, кольоровість, запах, смак, присмак.

*Температура* у водних об'єктах є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, перенесення теплоти течіями, перемішування водних мас і надходження нагрітих вод із зовнішніх джерел. Вона коливається у широких межах – 0-25 °С у поверхневих водних об'єктах, та 5-15 °С – підземних вод. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води.

*Прозорість* води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, які перебувають у ній в завислому і колоїдному стані. За ступенем прозорості воду умовно поділяють на: *прозору, слабкопалесцировану, опалесцировану, злегка каламутну, каламутну і дуже каламутну.*

*Каламутність* води залежить від вмісту в ній завислих речовин. Вода природних джерел (поверхневих) має каламутність від 5-10 мг/дм<sup>3</sup> до 1500 мг/дм<sup>3</sup> і більше. Підземні води, як правило, не каламутні. Каламутна вода шкідлива для здоров'я.

*Кольоровість* води зумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук. Речовини, які забарвлюють воду, надходять у неї внаслідок вивітрювання гірських порід, перебігу продукційних процесів у водному об'єкті, з підземним стоком та з антропогенних джерел. Колір води часто залежить від гумінових речовин, за кількістю яких він може бути від жовтого до жовто-коричневого. Проте забарвлення можуть зумовлювати й стічні води підприємств деяких галузей промисловості, наприклад фарбувальних цехів текстильних фабрик. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води та зменшує вміст розчиненого кисню. Кольоровість варіює в дуже широких межах: від малокольорової – 0-10 градусів, до високої кольоровості – понад 120 градусів (іноді більше 300).

*Запах* води створюється специфічними речовинами, які надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, що містяться у воді, та надходження із зовнішніх джерел. Інтенсивність запаху води оцінюють за п'ятибальною шкалою:

1 бал – дуже слабкий запах, який виявляється лише фахівцем, споживачі цього запаху не відчувають;

2 бали – слабкий запах, який відчувається споживачем, якщо звернути на це увагу;

3 бали – відчутний запах, який легко встановлюється і може зробити воду неприємною для пиття;

4 бали – різкий запах, який привертає увагу споживача; вода неприємна для пиття;

5 балів – дуже сильний запах, що робить воду непридатною для пиття.

*Смак і присмак* води може бути пов'язаний з потраплянням у неї гнилих рослинних і тваринних решток, намулу, побутових і промислових стічних вод, газів тощо. Розрізняють солоний, гіркий, солодкий і кислий смак води. Усі інші смакові відчуття класифікують, як присмаки. Солоний смак зумовлюється наявністю у воді хлористого натрію; гіркий – сульфатів магнію і натрію, хлоридів кальцію, магнію і калію; солодкий – великою кількістю органічних речовин; кислий – надлишковим вмістом сірчаної кислоти або вуглекислого газу.

#### ***Бактеріологічні показники***

Придатність і безпечність води в епідеміологічному відношенні визначається деякими бактеріологічними показниками. Одним з них є вміст у воді кишкової палички – мікробу, який постійно міститься в кишечнику людини і тварини. Кишкова паличка (бактерія Колі) нешкідлива для здоров'я. Значний її вміст у воді свідчить про можливість зараження води хвороботворними мікробами. Якщо в одному літрі води міститься не більше 100 нешкідливих бактерій, то вона безпечна, хвороботворні мікроби інертні. Якщо ж ця норма перевищена, мікроби починають розвиватися, а вода стає небезпечною для людини.

Загальна бактерійна забрудненість води характеризується *загальним мікробним числом* – кількістю всіх мікроорганізмів, які містяться в одному мл води.

#### ***Гідробіологічні показники***

Ці показники здебільшого характерні для поверхневих вод.

*Гідробіологічні показники* дають змогу оцінити якість води за видовим складом гідробіонтів – тваринного і рослинного світу водойм. Кількість їх коливається у межах 0-1000 шт. у одно-

му мл води та більше. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися навіть за незначного забруднення водних об'єктів, яке не виявляється ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найчутливішими.

*Сапробність* – це ступінь насичення води органічними речовинами. Відповідно до цього підходу водні об'єкти (або їх ділянки) залежно від вмісту органічних речовин, поділяють на:

- полісапробні (найбільш забруднені);
- мезосапробні (середньозабруднені);
- олігосапробні (чисті).

*Видовий склад організмів.* Із збільшенням ступеня забрудненості водних об'єктів видова різноманітність знижується, що є показником зміни якості води. Оцінку видової різноманітності здійснюють на основі індексів різноманітності (індекси Маргалєфа, Шеннона та ін.).

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

За *хімічними показниками* визначають придатність води для побутових і технічних потреб; встановлюють наявність речовин, що викликають корозію металів і бетону, або речовин, що зумовлюють спінювання води і відкладення накипу. На підставі зіставлення результатів хімічного аналізу природної води з вимогами, що пред'являються до очищеної води, роблять висновок про те, яким процесам очищення слід піддавати природну воду для поліпшення її якості. Хімічні показники можуть бути загальними і специфічними.

#### ***Загальні хімічні показники***

*Вміст завислих речовин.* Джерелами завислих речовин є процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, змучування донних відкладень, продукти метаболізму, розкладання гідробіонтів, хімічні реакції та антропогенні джерела. Завислі речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, призводять до замулювання водних об'єктів, викликаючи їх екологічне старіння (евтрофікацію).

*Сухий залишок* характеризує загальний вміст розчинених у воді речовин за винятком газів та летких сполук. При значенні більше 1 000 мг/дм<sup>3</sup> вода є мінералізованою.

*Мінеральний склад* визначають за сумарним вмістом семи

головних іонів:  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ . Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові і стічні води. За ефектом дії на людину і гідробіонти несприятливими є як високі, так і надмірно низькі показники мінералізації води.

*Розчинений кисень.* Основними джерелами надходження кисню у водні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реерація), фотосинтез, а також дощові і талі води, які зазвичай перенасичені киснем. Розчинений у воді кисень використовується гідробіонтами для дихання і для окиснення органічних речовин. Низький вміст розчиненого кисню (анаеробні умови) негативно впливає на увесь комплекс біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті. Концентрація кисню у воді залежить від забрудненості води і її температури. Так, при  $0\text{ }^\circ\text{C}$  цей показник при тиску у 1,0 атм. становить 14,56 мг/л, а при  $30\text{ }^\circ\text{C}$  – майже вдвічі менше.

*Окиснюваність* обумовлена присутністю у воді розчинених органічних і деяких неорганічних речовин ( $H_2S$ ,  $Fe^{2+}$ , сульфідів, нітритів й ін.), які легко окиснюються. Вона виражається масою кисню, витраченого на окиснення органічних речовин, що містяться в одному літрі води (мг  $O_2$ /л). При її визначенні як окислювач органічних речовин застосовують  $KMnO_4$  (перманганатна окиснюваність).

*Хімічне споживання кисню (ХСК)* – це кількість кисню, яка необхідна для хімічного окиснення органічних і мінеральних речовин, що містяться в одиниці об'єму води. Величина ХСК дозволяє судити про забруднення води речовинами, що окиснюються, але не дає інформацію про склад забруднення. Тому ХПК відносять до *узагальнених* показників.

*Біохімічне споживання кисню (БСК)* – це кількість кисню, яка витрачається на біохімічне окиснення (розкладання) органічних речовин, що містяться в одиниці об'єму, води за певний період часу. В Україні на практиці БСК оцінюють за п'ять (БСК<sub>5</sub>) і за двадцять діб (БСК<sub>20</sub>). БСК зазвичай трактують як повне БСК (БСК<sub>повн</sub>), яке також належить до *узагальнених* показників, оскільки служить оцінкою загального забруднення води легкоокиснюваними органічними речовинами.

*Активна реакція (рН)* води виражається ступенем лужності й кислотності води і характеризується концентрацією у ній іонів

Гідрогену, яку умовно виражають логарифмом її величини із зворотним знаком. У природних водах концентрація іонів Гідрогену залежить, головним чином, від співвідношення концентрацій карбонатної кислоти й її іонів. Джерелами вмісту іонів Гідрогену у воді є також гумінові кислоти, що присутні в кислих ґрунтах і, особливо, в болотяних водах, гідроліз солей важких металів. Від рН залежить розвиток водних рослин, характер перебігу продукційних процесів. Концентрація іонів Гідрогену дає можливість визначити умови перебігу біологічних і хімічних процесів. Величина рН змінюється в значних межах, вона залежить від температури води, ступеня її мінералізації, виду розчинених у воді речовин. Для чистої води, де концентрація іонів Гідрогену становить  $10^{-7}$ , рН дорівнює 7,0, у лужному середовищі – більше 7,0, у кислому – менше 7,0.

*Нітроген* може знаходитися у природних водах у вигляді вільних молекул  $N_2$  і різноманітних сполук у розчиненому, колоїдному або завислому стані. У природних водах виділяють органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження Нітрогену є процеси, що відбуваються усередині водного об'єкта, газообмін з атмосферою, атмосферні опади і антропогенні джерела. Різні форми Нітрогену можуть переходити одна в іншу в процесі його колообігу. Нітроген належить до числа найважливіших лімітуючих біогенних елементів. Високий вміст його у воді прискорює процеси евтрофікації водних об'єктів.

#### ***Специфічні хімічні показники***

*Феноли.* Вміст фенолів у воді, поряд із надходженням з антропогенних джерел, може визначатися метаболізмом гідробіонтів і біохімічною трансформацією органічних речовин. Феноли погіршують органолептичні властивості води.

*Нафтопродукти.* До нафтопродуктів відносять пальне, масла і мастила, бітуми і деякі ін. продукти, що являють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів є витоки при їх видобутку, переробці і транспортуванні, а також стічні води. Вуглеводні, що входять до складу нафтопродуктів, мають токсичну і деяку наркотичну дію на живі організми та уражують серцево-судинну і нервову системи.

*Поверхнево-активні речовини (ПАР) і синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР).* До ПАР відносять органічні речо-

вини, що мають різко виражену здатність до адсорбції на поверхні розподілу «повітря-рідина». У воду здебільшого надходять СПАР, які здійснюють токсичний вплив на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутрішньо-водоймищних процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР – це речовини, що дуже повільно розкладаються.

*Пестициди.* До пестицидів належить велика група штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, які застосовують у сільськогосподарському виробництві для боротьби з бур'янами, комахами і гризунами. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських угідь. Пестициди мають токсичну, мутагенну і кумулятивну дію. Вони руйнуються повільно.

*Твердість* – важливий показник якості не тільки питної води, а й технічної. Вона обумовлена вмістом у воді розчинених солей Кальцію ( $\text{Ca}^{2+}$ ) і Магнію ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Розрізняють твердість карбонатну і некарбонатну. Суму карбонатної і некарбонатної твердості називають загальною твердістю. Карбонатною називають твердість, обумовлену наявністю гідрогенкарбонатів Кальцію і Магнію. Некарбонатна твердість обумовлена вмістом некарбонатних солей Кальцію і Магнію – сульфатів, хлоридів, нітратів і силікатів. Для поверхневих вод твердість становить 2-8, для підземних – 14 ммоль/дм<sup>3</sup> і більше. У твердій воді погано розварюються овочі та м'ясо, вона псує колір і аромат чаю, у водогрійних котлах дає великий накип, засмічує труби.

*Лужність* води характеризується присутністю у ній гідрогенкарбонатів, карбонатів, гідратів і солей слабких кислот, тому розрізняють лужність, карбонатну, гідратну, гуматну, силікатну.

На органолептичні властивості води впливають деякі хімічні речовини (хлориди, сульфати, важкі метали, радіоактивні елементи тощо), вміст яких не повинен перевищувати встановлених концентрацій.

*Хлор.* Значна концентрація хлору у воді спричинює хворобливі зміни в організмі людини та негативно діє на шкіру.

*Хлориди і сульфати* зустрічаються майже у всіх природних водах, найчастіше у вигляді солей Кальцію, Магнію і Натрію. Шкідливу дію має і *кухонна сіль* ( $\text{NaCl}$ ), оскільки в значній кіль-

кості вона сприяє підвищенню кров'яного тиску, що є однією із причин кардіологічних захворювань.

*Сульфат-іон* для людини малотоксичний. Проте при концентрації його у 100-2000 мг/дм<sup>3</sup> виникає розлад шлунково-кишкового тракту. Сульфат-іон токсичний для дітей при тривалому вживанні питної води з його концентрацією у 600-1000 мг/дм<sup>3</sup>. Високий вміст сульфат-іону у воді погіршує її смакові якості.

*Ферум* міститься у воді у вигляді двовалентного Fe<sup>2+</sup> (відновника) і тривалентного Fe<sup>3+</sup> (окисника). У підземних водах він присутній найчастіше у вигляді розчиненого двовалентного Феруму, його концентрація становить 1-10 мг/дм<sup>3</sup> і більше; а у поверхневих – у вигляді колоїдних комплексних сполук із концентрацією 1-2 мг/дм<sup>3</sup>. Підвищений вміст Феруму у питній воді надає їй чорнильного присмаку, що обмежує використання для питних і господарських потреб.

*Манган та його сполуки.* У підземних водах найчастіше супроводжує Ферум у вигляді гідрогенкарбонату Мангану. Вміст у питній воді 0,1 мг/дм<sup>3</sup> Мангану робить її каламутною, а його сполуки є сильною отрутою. Останні діють на центральну нервову систему, спричиняючи важкі органічні зміни, ушкоджують легені, печінку, кров.

*Сполуки Алюмінію.* Зі сполук Алюмінію найотруйнішими є хлориди, нітрати, ацетати і сульфіді, які накопичуються у тканинах. За ступенем токсичності вони прирівнюються до сполук Арсену, Ніколу, Купруму та Мангану.

*Берилій.* При значній концентрації у воді має гостру токсичну і кумулятивну дію. Особливо токсичні сполуки Берилію з іонами сульфатів, хлоридів і нітратів – вони порушують проникність клітин, спричиняючи їх набряк і некроз.

*Молібден* порушує обмін Купруму і Фосфору у кістковій тканині. Під дією металевого Молібдену і Молібден (IV) оксиду відбуваються патологічні зміни у легенях з потовщенням альвеолярних стінок і розростанням з'єднувальних тканин. Під впливом Молібден (VI) оксиду і Алюміній пермолібдату в легенях можуть виникати крововиливи, різкі набряки навколо судин, обширні паренхіматозні дистрофії тканин печінки.

*Арсен* трапляється, як правило, у сполуках з металами. Вони токсичні та спричинюють зміни у капілярах, нервовій системі,



порушення обміну речовин, недоброякісні утворення.

*Сполуки Селену* за характером дії подібні до сполук Арсену. При вживанні питної води з підвищеним вмістом Селену у людей спостерігаються різні нездужання, аж до нервових розладів.

*Нітрати* при вмісті понад  $10 \text{ мг/дм}^3$  є токсичними. При споживанні з їжею води з концентрацією  $50\text{-}100 \text{ мг/дм}^3$  нітратів різко збільшується вміст метгемоглобіну в крові.

*Флуор* – елемент, вміст якого в питній воді в певних кількостях корисний. Надлишковий його вміст зумовлює розвиток флюорозу, а концентрації менше за  $1 \text{ мг/дм}^3$  – каріозні ураження зубів (особливо у дітей). Оптимальна кількість Флуору має бути в межах  $0,7\text{-}1,5 \text{ мг/дм}^3$ .

Аналогічний вплив на організм людини має *Іод*. Найчастіше присутній у природних водах в чистій формі.

*Важкі метали*. Найбільш поширеними важкими металами є Плюмбум, Купрум, Цинк, Хром, Кадмій, Кобальт. Вони мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах.

*Рлюмбум* при концентрації у питній воді у кількості  $0,04\text{-}1,0 \text{ мг/дм}^3$  може викликати хронічні отруєння, зміни у нервовій системі, крові та судинах. В організмі людини Плюмбум накопичується у різних органах і кістках у вигляді нерозчинного Плюмбум ортофосфату. Останній під впливом певних причин може перетворитися на розчинну сіль Плюмбум гідрогенфосфат, що викликає переміщення Плюмбуму із кісток у кров і як наслідок – отруєння. Плюмбум спричинює низку хронічних захворювань: свинцевий поліневрит, енцефалопатію, а також виразку та ін. хвороби.

*Купрум та його сполуки*. Вміст у питній воді понад  $1 \text{ мг/дм}^3$  Купруму призводить до важких органічних змін. Потрапляння ацетату чи сульфату Купруму в шлунок людини спричиняє його розлад, болі в животі, різко виражену гемолітичну дію зі швидкою появою гемоглобіну в плазмі крові і сечі й ін. хворобливі явища.

*Цинк*. Вміст у воді  $2 \text{ мг/дм}^3$  і більше Цинку надає їй специфічного присмаку (терпкий), спричинює випадання піскоподібного осаду. При концентрації Цинку у  $30 \text{ мг/дм}^3$  вода стає непридатною для пиття за смаком і каламутністю, набуває молочного кольору.

Зазначені елементи дуже токсичні, тому їх допустима концентрація у питній воді жорстко регламентується.

*Радіоактивність* природних вод обумовлена присутністю у водах радіоактивних речовин, що надходять з атмосфери із опадами і вимиваються з ґрунтів і гірських порід. У водах присутні як природні радіоактивні ізотопи ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{238}\text{U}$  і ін.), так і штучні (в основному  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Y}$  і  $^{137}\text{Cs}$ ), що виникли внаслідок ядерних вибухів.

*Стронцій* у великих дозах діє на організм, як нервова і м'язова отрута. Солі Стронцію спричинюють розлад шлунку і параліч. Найтоксичнішим є Стронцій саліцилат, найменш токсичний – бромат, Стронцій гідроксид викликає опіки слизистої оболонки та шкіри.

*Уран* – високотоксичний елемент. При потраплянні в організм людини він акумулюється у кістках, печінці та нирках. Фторид і хлорид уранілу можуть проникати крізь шкіру, ушкоджувати нирки і навіть спричиняти смерть людини.

За хімічним складом вода більшості річок і прісних озер України задовільна і придатна для забезпечення різноманітних потреб.

Найпридатнішими для водопостачання населення є підземні води, особливо глибинні, у т. ч. артезіанські, які забруднюються зрідка. Тому в якісному відношенні вони зазвичай кращі за поверхневі. Проте ці води можуть бути сильно мінералізованими, з підвищеною жорсткістю або з наявністю великої кількості заліза чи ін. хімічних елементів.

### **Оцінювання якості води**

Згідно з Водним кодексом України, оцінювання якості води здійснюють на основі нормативів екологічної безпеки водокористування та екологічних нормативів якості води водних об'єктів.

### ***Оцінка якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування***

Чинні нормативи дають змогу оцінити якість води, яку використовують для комунально-побутового, господарсько-питного і рибогосподарського водокористування.

До комунально-побутового водокористування належить використання водних об'єктів для купання, заняття спортом і відпочинку; до господарсько-питного водокористування – викорис-

тання водних об'єктів як джерел господарсько-питного водопостачання і для водозабезпечення підприємств харчової промисловості; до *рибогосподарського* водокористування – використання водних об'єктів як середовища проживання риб та ін. водних організмів. Різні ділянки одного водного об'єкта можуть належати до різних категорій водокористування.

Наразі встановлено два види нормативів. *Санітарно-гігієнічні нормативи* якості води (для потреб населення) – це науково обґрунтовані величини концентрації забруднюючих речовин та показники якості води (загальнофізичні, хімічні, біологічні, радіаційні), які не впливають прямо або опосередковано на здоров'я і життя населення. *Рибогосподарські нормативи* якості води – це науково обґрунтовані величини концентрації забруднюючих речовин та показники якості води (загальнофізичні, хімічні, біологічні, радіаційні), які не впливають на збереження і відтворення промислово цінних видів риб.

До нормативної бази оцінки якості води входять загальні вимоги до складу і властивостей води та значення гранично допустимих концентрацій речовин, включаючи радіоактивні, у воді водних об'єктів.

*Загальні вимоги* визначають допустимі склад і властивості води, які оцінюють найважливішими фізичними, бактеріологічними і узагальненими хімічними показниками. Вони можуть задаватися у вигляді конкретної величини, зміни величини показника в результаті дії зовнішніх чинників або у вигляді якісної характеристики показника.

*Гранично допустима концентрація* (ГДК) – це максимальний вміст речовин у воді, який не погіршує самопочуття людини і не знижує її працездатності, не шкодить її здоров'ю у разі постійного контакту та не зумовлює небажаних (негативних) наслідків у нащадків. ГДК, як правило, задаються у вигляді конкретного значення концентрації, це – встановлений рівень концентрації речовин у воді, вище за яке вода вважається непридатною для конкретного виду водокористування.

Всі речовини за характером негативної дії поділяють на групи, причому кожна група об'єднує речовини однакової ознаки дії, яку називають *ознакою шкідливості*. Одна і та сама речовина за різних концентрацій може виявляти різні ознаки шкід-

ливості. Ознака шкідливості, яка виявляється за найменшої концентрації речовини, називається *лімітуючою ознакою шкідливості* (ЛОШ). У водних об'єктах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування розрізняють три види ЛОШ – органолептична, загальносанітарна і санітарно-токсикологічна. У водних об'єктах рибогосподарського водокористування виділяють ще два види ЛОШ – токсикологічна і рибогосподарська.

#### **Оцінка якості води на основі екологічних нормативів**

Екологічні нормативи якості води водних об'єктів містять науково обґрунтовані значення концентрації забруднювачів та показники якості води. Ступінь забрудненості водних об'єктів визначається відповідними категоріями якості води.

Під час оцінювання якості води у водоймах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування враховують *клас небезпечності речовини*. Його визначають залежно від токсичності, кумулятивності, мутагенності і ЛОШ речовини. Розрізняють чотири класи небезпечності речовин: перший – надзвичайно небезпечні; другий – високонебезпечні; третій – небезпечні; четвертий – помірно небезпечні.

У процесі оцінювання якості води враховують *принцип адитивності* – односпрямованої дії. Згідно з цим принципом належність декількох речовин до однієї й тієї самої ЛОШ виявляється в сумі їх негативної дії.

Водні об'єкти вважають *придатними* для комунально-побутового і господарсько-питного водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови:

- не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води для відповідної категорії водокористування;
- для речовин, які належать до третього і четвертого класів небезпеки, виконується умова:  $C \leq ГДК$ , де  $C$  – концентрація речовини у водному об'єкті, мг/дм<sup>3</sup>;
- для речовин, які належать до першого і другого класів небезпеки, виконується умова:  $\sum C_i / ГДК_i \leq 1$ , де  $C_i$  і  $ГДК_i$ , відповідно концентрація і  $ГДК$   $i$ -ї речовини, яка належить до даної ЛОШ.

Норми якості води мають виконуватися:

- для водотоків комунально-побутового і господарсько-питного водокористування – на ділянках від пункту водокористування

до контрольного створу, розташованого на відстані не менше, ніж 1,0 км вище за течією від цього пункту водокористування;

- для водойм комунально-побутового і господарсько-питного водокористування – на акваторії в радіусі не менше 1,0 км від пункту водокористування;

- для водотоків рибогосподарського водокористування – в межах усієї рибогосподарської ділянки водотоку, починаючи з контрольного створу (контрольний створ – поперечний перетин водотоку, в якому здійснюється контроль за якістю води), розташованого не далі, ніж за 500 м нижче за течією від джерела надходження домішок;

- для водойм рибогосподарського призначення – на усій рибогосподарській ділянці, починаючи з контрольного пункту, розташованого в радіусі не більше 500 м від місця надходження домішок.

Екологічні нормативи якості води для оцінки стану водних об'єктів також встановлюють на основі екологічної класифікації поверхневих вод. Система екологічної класифікації якості поверхневих вод включає три класифікаційні групи: сольового складу, еколого-санітарних показників і показників складу біологічної дії специфічних речовин. Залежно від значень показників якості води поверхневі води відносять до певних категорій і класів якості води: дуже чисті, чисті, забруднені, брудні, дуже брудні.

### ***Вимоги до якості води***

Різноманітність видів водокористування породжує і різноманітність вимог до води. Найжорсткіші вимоги ставляться при використанні води для пиття і виробництва продуктів харчування, а також рибного господарства. Вода нижчої якості може використовуватись для потреб промисловості та зрошення. Вимог до якості води не висуває гідроенергетика і судноплавство.

Нормування концентрацій тих чи інших речовин зумовлено необхідністю забезпечення сприятливих органолептичних властивостей питної води, нешкідливості її хімічного складу і безпеки води у санітарно-токсикологічному відношенні.

Для водопостачання населення повинна використовуватися виключно чиста вода. В Україні вимоги до якості води, яку подають централізованими водопроводами для господарсько-питних цілей, встановлені ГОСТ 2874-82 та ДСанПіН 2.2.4-171-10. Діючі стандарти на питну воду визначають допустимий вміст у

ній різних речовин, оскільки надлишок їх у воді може мати несприятливий вплив на організм людини.

За *органолептичними показниками* питна вода має відповідати таким вимогам:

- температура має бути не нижчою за 5 °С (вода нижчої температури шкідлива для здоров'я) і не вищою за 15 °С;

- каламутність – не більше 1,5 мг/дм<sup>3</sup>;

- прозорість – 20 см;

- кольоровість – не вище 20 градусів за платино-кобальтовою шкалою;

- запах і присмак – не вище 2 балів; питна вода не повинна мати гнилого запаху, який робить її непридатною для вживання; неприємний також болотний, рибний та інші запахи. Питна вода повинна мати приємний смак і не повинна мати ніякого неприємного присмаку (хлорного, рибного, металевого, іржавого, чорного та інших);

- вода не повинна вміщувати водні організми, які помітні неозброєним оком, на її поверхні не має бути плівки;

- придатними для пиття вважаються прісні води, вміст розчинених солей в яких не перевищує 1 г/дм<sup>3</sup>, а в деяких випадках (наприклад, в аридних районах з підвищеною мінералізацією поверхневих і підземних вод) – і солонуваті, що вміщують 1-3 г/дм<sup>3</sup> солей. Води з вищою мінералізацією (3-10 г/дм<sup>3</sup>) до ресурсів господарсько-питного призначення не належать;

- рН має знаходитись в межах 6,5-8,5;

- загальна жорсткість має бути не більше 7 ммоль/дм<sup>3</sup>;

- допустимий вміст хімічних речовин (мг/дм<sup>3</sup>), які впливають на органолептичні показники, такий: сухий залишок – менше 1000 мг/дм<sup>3</sup>, у т. ч. хлоридів – 350, сульфатів – 500, Манган – менше 0,1, Купрум – менше 1,0, Цинк – менше 5,0, Ферум – менше 0,3, поліфосфати – менше 3,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Безпечний *хімічний склад* води забезпечується при концентрації токсичних хімічних речовин, наведених у табл. 5.4.

*Санітарно-безпечною* є вода, у якій загальний вміст бактерій в 1 мл не перевищує 100, в 1 л допускається не більше трьох кишкових паличок, тобто *колі-індекс* має бути не більше 3,0. Обернена величина – *колі-титр* (кількість кубічних сантиметрів води, в якій міститься одна кишкова паличка) має бути не менше 300.



Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5	6
Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>		**	3,0	0,1
Калій	мг/дм <sup>3</sup>				150
Кальцій	мг/дм <sup>3</sup>				100
Магній	мг/дм <sup>3</sup>		10-80		50
Лужність загальна	ммоль/дм <sup>3</sup>		0,5-6,5		
<i>Хімічні речовини, що надходять у процесі обробки води</i>					
Сумарний залишковий активний хлор	мг/дм <sup>3</sup>	0,3-0,5	0,3-0,5	0,6-1,0	-
Хлороформ	мг/дм <sup>3</sup>		0,06		
Чотиріхлористий вуглець	мг/дм <sup>3</sup>		0,002	0,2	0,04
Озон залишковий	мг/дм <sup>3</sup>	0,1-0,3	0,1-0,3	-	-
Поліфосфати (згідно з РО <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	мг/дм <sup>3</sup>	3,5		-	-
<i>Мікробіологічні показники</i>					
Мікроорганізми	к-ть в 1 см <sup>3</sup>	не більше 100	не більше 100		
Бактерії групи кишкових паличок	к-ть в 1 см <sup>3</sup>	не більше 3	не більше 3		
<i>Інтегральні показники</i>					
Окиснюваність	мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>		4,0		
Загальний органічний вуглець	мг С/дм <sup>3</sup>		3,0		

\*Величини, зазначені в дужках, допускаються з урахуванням конкретної ситуації

\*\*Вода не повинна містити домішки у концентраціях, які визначають стандартними методами досліджень

Вимоги до якості води для *промислових цілей* залежать від специфіки виробництва і можуть бути досить різноманітними. У першу чергу увагу звертають на взаємодію води із трубопроводами, обладнанням, сировиною та продукцією виробництва.

#### 5.4. Чинники якості та екологічного стану водних об'єктів

На формування якості природних вод впливають як природні фактори, так і господарська діяльність людей. Остання зумовлює інколи значні якісні зміни поверхневих і підземних вод. У деяких випадках незадовільна якість води може бути рівнозначна її відсутності.

Вплив на водне середовище міста в результаті поступової, часто стихійної, міської забудови по берегах річок і на вододільних територіях позначився як на кількісному, так і якісному



складі річкових вод. Природні процеси стокоутворення, самоочищення водних об'єктів міста зазнали значних перетворень під впливом зміни структури водозбірної площі, процесів регулювання стоку, водозабору і водовідведення.

### ***Зміна структури водозбірної площі***

Втручання людини у розвиток природних комплексів порушило рівновагу, що склалася за багато років. Якщо у минулому населені пункти «притискалися» до річок, а вододільні простори залишалися незайманими, то в сучасному місті виникла протилежна ситуація. Місто майже повністю освоїло вододіли, перетворивши їх на житлову забудову і промислові зони.

В процесі освоєння територій під міську забудову корінним чином змінюється водозбірна площа – вирубуються ліси, засипаються малі струмки і річки, спрямляються русла середніх і великих річок, що відбивається на природних процесах формування режиму як поверхневого, так і підземного стоку.

Із збільшенням площі твердих покриттів (дороги, майдани, тротуари), штучно ущільнених ґрунтів на території міста відбувається перерозподіл поверхневого і підземного стоку, де частка поверхневого стоку з водонепроникних покриттів зростає, а підземного, відповідно, зменшується, що може бути причиною підтоплення міських територій. Інтенсивна забудова берегів і численні мости звужують заплаву річки, внаслідок чого висока вода виходить з берегів. Різниця між горизонтами води, що підіймається за межами міста, і в межі міста може досягати двох метрів. При цьому може збільшуватися і частота повторювання великих повеней (до одного разу на 10 років).

Непоодинокі випадки, коли русла річок, що попадали під забудову, повністю або частково забиралися в підземні колектори (наприклад, р. Либідь та її притоки в м. Києві), інші перегороджувалися дамбами і перетворювалися на ланцюжок ставків, які з часом заповнювалися наносами.

### ***Зміна гідрологічного балансу в умовах міста***

Зменшення мінімально допустимого стоку поверхневих вод або скорочення запасів підземних вод називають *виснаженням вод*. Мінімально допустимим стоком вважають стік, при якому забезпечується екологічно задовільний стан водного об'єкта і умови водокористування.

Розвиток міст чинить суттєвий вплив на гідрологічні процеси і пов'язані з ними процеси ерозії і змиву ґрунту. Інтенсивне міське будівництво і постійне збільшення площі населених пунктів (наприклад, міста площею 500-1000 км<sup>2</sup> зіставні з площею достатньо великих річкових басейнів) викликає докорінне перетворення поверхні, що за своїми масштабами не має природних аналогів і призводить до трансформації формування і перебігу гідрологічних процесів як в межах самих міст, так і в системі «місто – довколишній простір».

Перетворення ґрунтового покриву в місті призвело до зникнення його природної структури у верхній товщі потужністю у 1,0 м. Це виявляється у зміні величини швидкості поглинання вологи, яке в умовах міста коливається від 0,4 до 3,3 мм/хв. (при швидкості поглинання в лісових масивах 4,22 мм/хв.). Величина об'ємної ваги ґрунту змінюється від 1,1 до 1,6 г/см<sup>3</sup>. Ці зміни характеристик ґрунту багато в чому визначають особливості поверхневого стоку на території міст. Різниця зимово-весняного і літньо-осіннього періодів на різних ділянках для поверхневого стоку становить 1,5-3,0 рази в зоні забудови за наявності стоку навесні і відсутності його влітку в межах міських лісопаркових масивів.

Поверхневий стік із забудованих територій міста перевищує стік з сільськогосподарських і заповідних територій у 2-5 разів. Так, при майже незмінній кількості річних опадів середньорічний поверхневий стік на різних ділянках змінюється від 20 мм на незабудованих територіях до 80 мм на забудованих, кількість змитого ґрунту – від повної відсутності до 1,3 т з га, зволоження – від 544 до 625 мм. Особливості гідрологічних процесів міста, їх відмінність від гідрологічних процесів прилеглих до міста територій багато в чому визначаються наявністю цілорічного поверхневого стоку в умовах міста (витоки з водогінних мереж, талі і поливомийні води).

### ***Зміна якості води у водних об'єктах***

Якість поверхневих вод визначається двома групами чинників: зовнішніми впливами у вигляді *аллохтонних* (таких, що надходять ззовні водного об'єкта) джерел забруднення і процесами, що протікають усередині водного об'єкта, які включають процеси самоочищення і утворення *автохтонних* (породжених в самому водному об'єкті) джерел забруднення.

*Забруднення природних вод* – це процес зміни складу і властивостей води у водному об'єкті, внаслідок надходження до нього забруднюючих речовин, які зумовлюють порушення якості води.

*Забруднювач* (джерело забруднення) – це об'єкт, який вносить у поверхневі або підземні води забруднюючі речовини, мікроорганізми та тепло.

Зовнішні джерела забруднення класифікують за походженням, локалізацією, тривалістю дії, видом носія забруднюючих компонентів і видом забруднення.

За походженням джерела забруднення поділяють на природні і антропогенні. До *природних* джерел належать *атмосферні* (атмосферні опади), *гідросферні* (озера, притоки, ґрунтові і підземні води, що формують стік водного об'єкта), *літосферні* (схильні до ерозії і вилуговування руслу і схили річкових долин).

Основними *антропогенними* джерелами забруднення є:

- промислові (випуски виробничих стічних вод, залпові та аварійні скиди, забруднені території підприємств, шахтні води, звалища промислових відходів);
- комунальні (випуски господарсько-побутових стічних вод, території населених пунктів, звалища побутових відходів);
- сільськогосподарські (орні поля, городи, тваринницькі підприємства тощо);
- транспортні (транспортні засоби, автошляхи, трубопроводи).

Вказані джерела, за винятком сільськогосподарських (які знаходяться у приміській зоні), є типовими для міст. Літосферні джерела в межах міст частково ізольовані облицюванням берегів.

За *локалізацією* джерела впливу поділяють на:

- точкові, площа контакту яких з водним об'єктом істотно менша за площу забрудненої зони цього об'єкта;
- лінійні, площа контакту яких з водним об'єктом є лінією;
- площинні, вплив яких є розосередженим за площею водного об'єкта.

Прикладом *точкових* джерел забруднення можуть служити випуски стічних вод з систем водовідведення або невеликі притоки. Лінійні джерела впливу зустрічаються у вигляді стоку з поверхні водозбору, випусків стічних вод через спеціальний розсіюючий пристрій (розсіюючий випуск). *Площинні* джерела дії: акваторії портів, стоянки маломірних моторних суден, місця дон-

ного видобутку корисних копалин: піску, гравію, нафти, газу.

За тривалістю дії джерела забруднення бувають *постійними*, *періодичними* і *епізодичними*.

*Носіями* забруднюючих речовин є стічні, інфільтраційні і підземні води, скидні води (зрошувальні і дренажні), поверхневий стік із забрудненої території, атмосферні опади.

Джерела дії на водний об'єкт можуть призводити до його хімічного, фізичного і біологічного забруднення.

*Хімічне забруднення* являє собою зміну природних хімічних властивостей води за рахунок збільшення вмісту в ній шкідливих домішок як неорганічної (мінеральні солі, кислоти, луги, глинисті частинки), так і органічної природи (нафта й нафтопродукти, органічні залишки, ПАР, смоли, пестициди тощо). Серед забруднювачів води особливе місце посідають синтетичні мийні засоби – ці речовини надзвичайно стійкі, зберігаються у воді протягом багатьох років.

Використання такої води у господарсько-питних цілях призводить до загальної інтоксикації організму, ураження нервової системи, розвитку гіпертонії й інших небезпечних серцево-судинних хвороб, спричинює ракові захворювання та отруєння в цілому. Шкідлива дія токсичних речовин, що потрапляють до водних об'єктів, посилюється за рахунок так званого кумулятивного ефекту (прогресуюче збільшення вмісту шкідливих сполук у кожній наступній ланці трофічного ланцюга).

Для *фізичного* забруднення характерним є підвищення температури води за рахунок надходження у водний об'єкт підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних об'єктів – теплове забруднення, яке змінює термічний та біологічний режим водойм і шкідливо впливає на їхніх мешканців, або наявність радіонуклідів (радіоактивне забруднення). Радіоактивні речовини, потрапляючи в воду, викликають її іонізацію, що несприятливо впливає на розвиток живих організмів. Більш того, фітопланктон та риби здатні засвоювати велику кількість радіоактивних речовин і накопичувати їх у своєму організмі. Споживання такої риби небезпечно для здоров'я людей.

Крім того, фізичне забруднення води відбувається внаслідок накопичення в ній нерозчинних домішок – піску, глини, намулу в результаті змивання дощовими водами з розораних ділянок

(полів); надходження суспензій з підприємств гірничорудної промисловості; потрапляння пилу, що переноситься вітром у суху погоду тощо. Тверді частинки знижують прозорість води та погіршують її смакові якості, а іноді взагалі роблять її непридатною для споживання.

Занесення у водне середовище і розмноження у ньому небажаних для людини організмів називають *біологічним забрудненням*. При забрудненні вод мікроорганізмами мають на увазі їх бактеріальне забруднення. Біологічна дія на водний об'єкт супроводжується надходженням до нього хвороботворних мікробів, яєць гельмінтів, дрібних водоростей, дріжджових і цвілевих грибів (мікробне, гельмінтологічне та гідрофлорне забруднення відповідно). Біологічні забруднювачі потрапляють у водойми із стічними водами комунального господарства і тваринницьких ферм. Ці води містять хвороботворні бактерії та віруси – збудники інфекцій. Використання забрудненої ними води для пиття і купання призводить до захворювання на холеру, дизентерію, черевний тиф та ін. інфекційні хвороби. Особливо небезпечне біологічне забруднення водойм у місцях масового відпочинку людей (курортні зони узбереж морів). При споживанні забрудненої води (пиття, приготування їжі) або використанні її для задоволення санітарно-гігієнічних потреб можуть виникнути різноманітні, небезпечні захворювання (табл. 5.5).

Забруднюють воду також *промислові викиди в атмосферу* у вигляді твердих частинок і газів, які випадають потім з атмосферними опадами або самостійно осідають на водну і земну поверхню; безпосереднє скидання сміття та різних відходів у водні об'єкти; транспорт; недостатня підготовка лож створюваних водосховищ і ставів; розмиви берегів тощо.

Найбільший внесок в забруднення водних об'єктів здійснюють джерела антропогенного походження: випуски стічних вод промислових підприємств, випуски міських стічних вод, транспортні джерела забруднення і поверхневий стік із забруднених територій міста.

*Міські стічні води* є сумішшю господарсько-побутових, виробничих стічних вод і атмосферних – дощових і снігових (талих) вод. Стічні води є складними багатоконпонентними утвореннями, що забруднені речовинами, які можуть знаходитися в розчи-

неному, колоїдному і дисперсному (нерозчиненому) стані.

Таблиця 5.5

**Наслідки споживання людиною забрудненої води**

Характер споживання води	Забруднювач	Захворювання
<i>Біологічний</i>		
Пиття та їжа	Патогенні бактерії	Холера, дизентерія, черевний тиф, гастроентерит, лептоспіроз
	Віруси	Інфекційний гепатит
	Паразити	Амебна дизентерія, дракункульоз, гельмінтоз, ехінококоз
Вмивання, прання у воді	Паразити	Шестосоміазис, дерматит, стронгілоїдоз
Проживання або знаходження біля води	Через комах-переносників	Малярія, жовта лихоманка, сонна хвороба, філярітоз
<i>Хімічний</i>		
Пиття та їжа	Нітрати	Метагемоглобінемія
	Сполуки флуору	Ендемічний флюороз
	Арсен	Інтоксикація
	Селен	Селеноз, інтоксикація
	Плюмбум	Інтоксикація
	Поліциклічні ароматичні вуглеводні	Рак
	Надто м'яка вода	Атеросклероз, гіпертонія
	Хром	Уровська хвороба
	Нікол	Алергія шкіри, руйнування роговиці ока
	Купрум	Ураження нервової системи
	Фенол	Отруєння

Вплив *промислових стічних вод* на якість води водних об'єктів достатньо великий. Кількість, склад і вміст забруднюючих речовин у них надзвичайно різноманітні і визначаються характером технологічних процесів, складом очисних споруд і рядом інших чинників. Забруднюючі речовини у промислових стічних водах можуть міститися в грубодисперсному стані (розміри частинок більше 0,1 мм), у вигляді емульсії або суспензії (розміри частинок від 0,1 мкм до 0,1 мм), в колоїдному стані (частинки розміром від 0,001 до 0,1 мкм) або в розчиненому вигляді. У більшості випадків у стічних вод промислових підприємств відсутні фосфор і азот, вони не забруднені патогенною мікрофлорою.

Узагальнена характеристика промислових стічних вод основних галузей промисловості наведена в табл. 5.6.

Таблиця 5.6

**Орієнтовний склад стічних вод основних  
галузей промисловості**

Галузь	Показник	Концентрація, г/м <sup>3</sup>
Чорна металургія	Завислі речовини	200-500
	Окалина	3000-20 000
	Ферум	300-500
	Феноли	700-1000
	Смоли і масла	700-1000
	Залізний купорос	до 700
Кольорова металургія	Сульфатна кислота	до 300
	Завислі речовини	100-8000
Текстильне виробництво	Кольорові метали	1,5-170
	Завислі речовини	250-40000
Коксохімічні заводи	БСК <sub>5</sub>	600-20 000
	ПАР	50-120
	Завислі речовини	300-500
	БСК <sub>5</sub>	800-3000
	Аміак	200-3000
Нафтопереробні заводи з нафтохімічними виробництвами	Феноли	400-1800
	Смоли і масла	300-500
	Ціаніди і роданід	100-400
	Завислі речовини	до 300
Целюлозно-паперові заводи	Нафтопродукти	150-15 000
	БСК <sub>5</sub>	150-7000
	Завислі речовини	400-2000
Машино- і автомобілебудування	БСК <sub>5</sub>	100-2000
	Завислі речовини	100-200
	Ціаніди	70-120
	Хром	40-60
	Кислоти	70-100
	Нафтопродукти і масла	25-40

*Атмосферні* стічні води характеризуються великою різноманітністю домішок. Ступінь їх забрудненості залежить від безлічі чинників, у т. ч. загальної санітарної обстановки території населених місць, видів і характеристики території промислових підприємств, режиму танення снігу тощо. Вони можуть містити значну кількість органіки, біогенів, нафтопродуктів солей важких металів.

На відміну від промислових, *господарсько-побутові стічні води* мають порівняно стабільний склад. Для них характерні переважання органічних забруднюючих речовин над мінеральними (приблизне їх співвідношення в неочищених стічних водах

становить 5:1) і стійкий температурний режим на рівні 15-20 °С протягом року. Органічні речовини в побутових стічних водах знаходяться у вигляді білків, вуглеводів, жирів, продуктів фізіологічної переробки (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

**Питомі норми вмісту речовин в неочищених господарсько-побутових водах (в розрахунку на одного жителя)**

Показники	Кількість речовини, г/добу
Завислі речовини	65,0
БСК <sub>5</sub>	54,0
БСК <sub>20</sub>	75,0
СПАР	2,5
Азот амонійний	8,0
Фосфати (в перерахунку на P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) у т.ч. від мийних засобів	3,3 1,6
Хлориди	9,0
Сульфати	4,4

Кількість міських стічних вод залежить від чисельності населення і може бути орієнтовно визначена по нормах водовідведення побутових стічних вод від житлових районів (табл. 5.8).

*Норма водовідведення* – встановлена середня добова кількість стічних вод на одного жителя, на промислових підприємствах – кількість стічних вод на одиницю готової продукції або використаної сировини. Норми водовідведення для населених пунктів прийнято вважати рівними нормам водоспоживання, оскільки побутові стічні води, що надходять в каналізацію, являють собою використану та забруднену водопровідну воду.

Таблиця 5.8

**Норми водовідведення господарсько-побутових стічних вод для населених пунктів**

Ступінь впорядкування районів житлової забудови	Норма водовідведення на одного жителя, л/добу
Будівлі, обладнані водопроводом, каналізацією, без ванн	125-160
Будівлі, обладнані водопроводом, каналізацією і ваннами з місцевими водонагрівачами	160-230
Будівлі, обладнані водопроводом, каналізацією і системою централізованого гарячого водопостачання	230-350
Неканалізовані житлові райони	25



За відсутності очисних споруд для господарсько-побутових стічних вод міста або населеного пункту кількість забруднюючих речовин в них визначають по питомих нормах на одного жителя.

Основними *транспортними джерелами* забруднення водних об'єктів є наземний і водний транспорт. Забруднюючі речовини від наземних видів транспорту надходять у водні об'єкти з поверхневим стоком з території міста, від водного транспорту – безпосередньо у водний об'єкт. В процесі експлуатації суден у воду надходять феноли, сполуки свинцю, ароматичні вуглеводні і основна забруднююча речовина – нафтопродукти. Кількість нафтопродуктів, що надходять у воду за рік, розраховують за формулою:

$$G = G_{\text{ншт}} \cdot T_{\text{нав}} \cdot N, \quad (5.1)$$

де:  $G$  – кількість нафтопродуктів, що надійшли до водного об'єкта за рік, кг;

$G_{\text{ншт}}$  – надходження нафтопродуктів у воду від одного судна за годину роботи двигуна, кг;

$T_{\text{нав}}$  – середня норма роботи двигуна за навігацію, годин;

$N$  – число одиниць флоту, включаючи маломірний.

Для маломірного флоту питоме надходження нафтопродуктів у воду за годину роботи двигуна і час роботи двигуна за навігаційний період може бути прийняте рівними 0,1 кг і 100 годин відповідно.

Ступінь антропогенного забруднення водних об'єктів визначається концентрацією у воді шкідливих домішок і в різних галузях оцінюється по-різному. Загалом ступінь екологічної безпеки водних об'єктів може бути оцінений, як:

$$P_{\text{ек.б}} = \sum_i^n \Pi_{\phi}(t) / \sum_i^n \Pi_n(t) \leq 1, \quad (5.2)$$

де:  $\Pi_{\phi}$  – фактичне значення показників якості води;

$\Pi_n$  – нормовані значення показників якості води.

Водні об'єкти з допустимим ступенем забруднення можуть використовуватися для усіх видів водокористування без обме-

жень; з помірним ступенем забруднення – лише для культурно-побутового водокористування; з високим ступенем забруднення небезпечні для будь-якого виду водокористування. Водні об'єкти з надзвичайно високим ступенем забруднення непридатні для будь-якого виду водокористування.

### **5.5. Захист і відновлення поверхневих водних об'єктів**

Самоочисна здатність поверхневих водних об'єктів, що підпадають під дію антропогенного навантаження, як правило, недостатня для протистояння високому рівню зовнішньої негативної дії (*самоочищення* – це процеси, що відбуваються у водному об'єкті, в результаті яких відновлюється його фоновий стан). Водні екосистеми піддаються перебудові, наслідком якої є збіднення видового складу і погіршення якісних характеристик води.

Вирішення проблеми захисту водних об'єктів і відновлення водних екосистем, що деградували, можливе тільки у разі сумісного впливу на аллохтонні джерела надходження речовин у водні об'єкти і внутрішньоводоймищні процеси.

#### ***Зменшення зовнішньої дії на поверхневі водні об'єкти***

Зовнішня дія на водні об'єкти проявляється у вигляді надходження до них сторонніх домішок і тепла. З метою підтримки самоочищаючої здатності водних об'єктів і забезпечення норм якості води для різних видів водокористування, обсяг зовнішніх дій не повинен перевищувати встановлених нормативів.

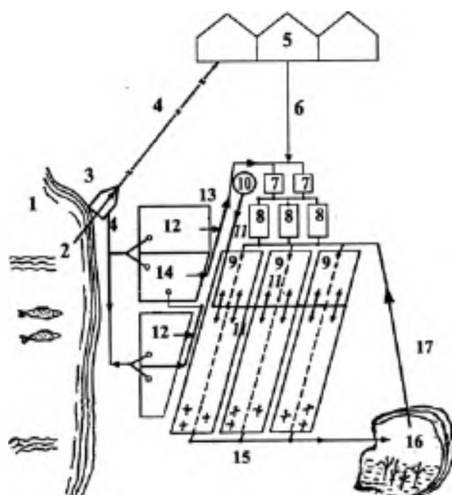
*Гранично-допустимий скид (ГДС)* – це маса забруднень у стічних водах, допустима для відведення зі встановленим режимом у певному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води в контрольному пункті. Реалізація норм ГДС досягається в результаті зменшення кількості зворотних вод або зниження концентрації речовин в них.

Основними організаційно-технічними заходами, що застосовуються з цією метою, є:

- повторне використання стічних вод;
- каналізування і санітарне очищення міст;
- зміна технології виробництва;
- очищення стічних вод.

*Повторне використання стічних вод* здійснюється шляхом оборотного водопостачання в межах одного підприємства або

передачею стічних вод у ін. сфери господарювання. Наприклад, використання очищених стічних вод для технічного водопостачання або зрошування (рис. 5.4).



**Рис. 5.4. Замкнена система водного господарства міста**

1 – водний об’єкт; 2 – водозабір; 3 – водопідготовка питної води; 4 – водопровід; 5 – житловий масив; 6 – колектор господарсько-побутових стічних вод; 7 – споруди механічної очистки стічних вод; 8 – споруди біологічної очистки стічних вод; 9 – землеробні поля зрошення з підземними колекторами; 10 – метантенки; 11 – подача мулу на землеробні поля зрошення; 12 – промислове підприємство; 13 – колектор виробничих стічних вод; 14 – повторне використання стічних вод; 15 – скидання зрошувальних вод; 16 – накопичувач зрошувальних вод; 17 – повторне використання зрошувальних вод

*Каналізування населених пунктів дозволяє запобігти забрудненню водних об’єктів неорганізованим стоком. Організований стік з каналізаційних мереж направляється на очисні споруди. За відсутності очисних споруд зниження негативного впливу на якість води водних об’єктів досягається за рахунок використання спеціальних конструкцій випусків стічних вод (розсіюючих, в стрижень, глибоководних), які забезпечують більш ефективне розбавлення стічних вод.*

*Зміна технологічних процесів у бік ресурсозберігаючих, маловідходних і безвідходних технологій є одним з найбільш ефек-*

тивних еколого-економічних напрямів. Однак, він характеризується високою капіталоємністю.

*Санітарне очищення території* дозволяє запобігти надходженню забруднюючих речовин у дощові і снігові стічні води, знизити забруднення ґрунтових вод і тим самим зменшити надходження полютантів у водні об'єкти. Цей метод є достатньо ефективним і відносно малозатратним.

*Очищення стічних вод* є найбільш традиційним способом зниження антропогенного навантаження на водні об'єкти.

### **5.6. Підземні води на урбанізованих територіях**

*Запаси підземних вод* – це загальний обсяг води, що міститься у даному водоносному горизонті. Однак, сучасний водозбір підземних вод не відповідає можливостям їх максимального використання. На значній частині території України, за винятком крайнього півдня, існують сприятливі гідрогеологічні умови для збільшення використання підземних вод. Використання захищених підземних вод для господарсько-питних потреб сприяє значному зниженню водно-екологічного ризику, зумовленого використанням забруднених поверхневих вод.

До *підземних вод* відносять усі види води, що знаходяться нижче за поверхню землі. За характером зв'язку з гірськими породами і ступенем рухливості підземні води поділяють на три групи: хімічно зв'язану, включаючи конституційну, кристалізаційну і цеолітну; фізично зв'язану, включаючи міцнозв'язану, нещільнозв'язану і капілярну; вільну (гравітаційну) воду.

Основними стимулами до використання підземних вод в індустріальну епоху були потреба в більш якійсій, ніж поверхнева, воді і більша зручність їх використання, оскільки джерело підземних вод максимально наближене до об'єкта водопостачання. Протягом сторіч людина використовує природну систему очищення і доставки води до місця використання. Ця природна система, що включає водоносні горизонти і водотривкі шари, які їх розділяють та перекривають ненасичені ґрунти, через велику місткість і специфічні властивості в більшості випадків забезпечує більш стійке водопостачання, в порівнянні з поверхневими джерелами води. Однак в межах практично будь-якого регіону ресурси підземних вод за об'ємом завжди поступаються поверхне-

вим. Так, ресурси поверхневих вод, що формуються на території України в маловодний рік, становлять 29 700 млн. м<sup>3</sup>, а прогнозні ресурси підземних вод не перевищують 7000 млн. м<sup>3</sup>. Крім того, у ряді випадків підземні води не задовольняють вимогам, що пред'являються до питної води (зокрема – значна мінералізація).

Наразі основний обсяг підземної води, що використовується людиною, – це прісні води, які циркулюють в зоні активного водообміну, що простягається від приповерхневих шарів землі до глибин у декілька сотень метрів. Живлення підземних вод здійснюється в основному за рахунок атмосферних опадів, які потрапляють в ґрунт шляхом інфільтрації; руслових вод річок і водойм, що проникають в береговий ґрунт в результаті їх фільтрації; підземних вод, які надходять до території міста по водоносних шарах. Ці води вимивають з ґрунтів зони аерації і порід водоносиченої зони забруднюючі речовини, які накопичені там і постійно поповнюються.

Перший від поверхні водоносний горизонт – *ґрунтові води*, через свою наближеність до джерел забруднення і відсутності ізолюючих шарів повсюдно забруднений. Причому, забруднення цих вод в містах настільки значне, що їх очищення для подальшого використання недоцільне.

*Міжпластові (артезіанські) води* залягають на глибинах до 100 м, мають значну захищеність від поверхневих забруднень. Ці води широко використовують для водопостачання населених пунктів. Найбільш захищені прісні підземні води в межах артезіанських басейнів, зона розвитку яких простягається до значних глибин (від декількох сотень метрів до одного кілометра).

Погіршення якості підземних вод пов'язане з надходженням макро- і мікрокомпонентів з прилеглих товщ. На урбанізованих територіях під впливом інтенсивної господарської діяльності складається порушений (антропогенний) режим підземних вод. Зміна гідродинамічних характеристик цих вод (витрата, напір, швидкість), їх складу і температури відбувається не тільки під впливом природних чинників (атмосферних опадів, температури, режиму поверхневих вод тощо), але й техногенних, які часто відіграють провідну роль. Виснаження міжпластових вод відбувається при їх інтенсивній експлуатації для комунального і промислового водопостачання.

### ***Якість та екологічний стан підземних вод***

Масштаби і темпи змін екогеологічного стану підземних вод особливо відчутні в густонаселених районах з інтенсивною господарською діяльністю – значна густина населення, концентрація промислових виробництв, що потребують великої кількості води, з багатовідходним технологічним процесом обумовлюють техногенний вплив на підземні води. На значних площах функціонують великі групові водозабори, які працюють в умовах порушення природного режиму підземних вод, що зумовлено зміною співвідношення їх живлення та видобутку. Це призводить до таких негативних наслідків:

- вичерпання підземних вод з утворенням великих депресійних вирв внаслідок інтенсивного водозабору;
- підтягування і проникнення солоних вод з ін. горизонтів через інтенсивне відкачування підземних вод;
- підтоплення територій під впливом природно-техногенних чинників (підвищення РГВ на меліорованих землях);
- підпір ґрунтових вод, зумовлений гідротехнічним будівництвом (спорудження гребель, мостів тощо).

Внаслідок інтенсивної експлуатації підземних вод утворились депресійні вирви в долині Сіверського Донця та в містах: Києві, Мелітополі, Полтаві і Харкові (зниження рівня води у центрі депресії в Києві – 70 м, Полтаві – 80 м, Харкові – 100 м).

Шахтні води підвищеної мінералізації дренуються в нижчі водоносні горизонти і мігрують на великі відстані, засолюючи родючі ґрунти і поверхневі прісні води півдня України.

Якість підземних вод погіршується внаслідок локального забруднення, пов'язаного як з техногенним навантаженням безпосередньо на водоносні горизонти (формування депресій, інтрузії забруднених вод), так і з майже цілковитим забрудненням ландшафтів і поверхневих вод.

Основні джерела забруднення підземних вод в містах:

- очисні споруди;
- промислові майданчики;
- витоки з каналізаційних мереж;
- звалища побутових відходів;
- відстійники рідких відходів промислових підприємств;
- розсіяне забруднення нафтопродуктами, органічними речо-

винами і важкими металами на міській території.

Небезпечний ступінь забруднення підземних вод характеризується високим рівнем вмісту в них забруднюючих речовин і пов'язаний зі значним техногенним навантаженням на геологічне середовище, у тому числі – на підземні води. Великою загрозою у зв'язку з його високою токсичністю являє хімічне забруднення, пов'язане зі стічними водами промислових підприємств.

Причини погіршення якості підземних вод різні і можуть бути наслідком порушення природної гідрогеохімічної зональності і складної взаємодії природних процесів та різноманітного техногенного впливу на підземні води.

### **5.7. Охорона підземних вод від виснаження і забруднення**

Заходи по охороні підземних вод від виснаження і забруднення є попереджувачими. Вони реалізуються в період проектування та будівництва промислових і комунальних об'єктів водопостачання.

Збереження високої якості та запасів підземних вод забезпечується шляхом розробки і організації ошадливих режимів експлуатації підземних водоносних горизонтів. Дотримання цих режимів можливе на основі надійної системи контролю, як за кількісними показниками обсягів підземних вод, так і за зміною їх складу на рівні макро- і мікроелементів. Спостереження за складом підземних вод на рівні мікроелементів дає змогу зафіксувати погіршення їх якості і своєчасно внести корективи в режим експлуатації водозаборів. На підставі результатів вивчення і систематизації матеріалу по складу артезіанських вод визначають допустимі рівні експлуатації цих вод, за яких гарантується прийнятна якість на тривалу перспективу.

Іншим напрямом охорони підземних вод від забруднення є локалізація, ліквідація і запобігання появи нових техногенних джерел забруднення водоносних горизонтів, зокрема накопичувачів рідких і твердих відходів, каналізаційних систем і очисних споруд, нафтопроводів і сховищ нафтопродуктів.

Існуючі тенденції розширення техногенного впливу на всю глибину зони активного водообміну призводять до швидкого скорочення обсягів підземних вод, придатних для питної мети. Тому кондиційні підземні вод використовують лише на питні

потреби і власне питне водопостачання з підземних джерел відділяють від інших видів господарсько-побутового і промислового водопостачання.

### ***Методи поповнення запасів підземних вод***

Збільшення віддачі підземних водоносних горизонтів досягається за рахунок штучного поповнення запасів підземних вод.

*Штучне поповнення запасів підземних вод* – це комплекс інженерних заходів, направлених на збільшення живлення підземних вод, збільшення або збереження експлуатаційних ресурсів водоносного горизонту або родовища підземних вод, а також на поліпшення або збереження якості одержуваної води.

Основним джерелом поповнення запасів підземних вод є річковий стік. Іншими джерелами можуть бути води тимчасових водотоків, зливи і талі води, води шахтного водовідливу, вертикальних і горизонтальних дренажів за умови, якщо вони задовольняють існуючим вимогам до якості води.

Існують два основні методи штучного поповнення – метод розподілу і метод нагнітання.

Метод *розподілу* використовують для поповнення запасів підземних вод безнапірних горизонтів в умовах, коли зона аерації складена добре проникними відкладеннями або шар суглинків чи глин, що залягає з поверхні, слабопроникний і має потужність не більше 4,0 м. В цих випадках інфільтраційні споруди називаються відкритими.

Метод розподілу виконують різними способами:

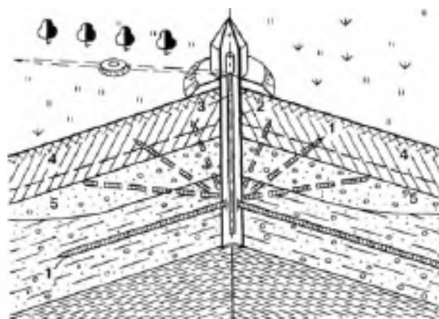
- влаштуванням інфільтраційних басейнів, каналів, траншей, котлованів;
- затопленням ділянок природної поверхні або спеціально підготовлених (наприклад, улаштування борозен) майданчиків;
- розчищенням русел постійних і тимчасових водотоків з метою посилення інфільтрації з річки (русловий метод).

Метод *нагнітання* застосовують для закачування води в напірні водоносні горизонти або в умовах, коли з поверхні землі залягають потужні (більше 10 м) шари слабопроникних порід. При потужності слабопроникного покривного шару у 5-20 м використовують численні фільтруючі колодязі діаметром 1,0 м і більше, які засипають гравієм. Цей метод передбачає застосування нагнітаючих свердловин і галерей, у які води подають під



тиском – так звані закриті інфільтраційні споруди. Своєрідним способом штучного поповнення є посилення живлення водоносного горизонту, що експлуатується, за рахунок суміжного, що залягає вище або нижче, шляхом буріння і обладнання свердловин, які сполучають ці водоносні горизонти, за умови, що тиск у горизонтах, з яких здійснюють живлення, вищий.

В окремих випадках з метою отримання освітленої води для технічного водопостачання влаштовують свердловинні, галерейні і променеві водозабори поблизу водойм (рис 5.5).



*Рис. 5.5. Променевий водозабір*

1 – горизонтальні радіальні свердловини; 2 – водозбірний шахтний колодязь; 3 – насос; 4 – природний рівень ґрунтових вод; 5 – знижений РГВ

У разі розділення міських систем водопостачання на питний і господарсько-технічний водопроводи, подібні водозабори, що розміщені в передмістях (наприклад, на вході річок в місто), можуть поставляти воду непитного призначення. Перевага їх полягає у більш високій якості води: відсутності завислих частинок, водоростей, меншому бактерійному забрудненні, що спрощує і здешевлює водопідготовку. Такі інфільтраційні споруди можна розмістити ближче до споживача і понизити тим самим витрати на транспортування води. Цей спосіб водопостачання не залежить від кліматичних чинників і має велику захищеність джерела водопостачання у порівнянні з відкритими водоймами.

### **5.8. Системи водопостачання**

Джерело водопостачання має задовольняти таким вимогам:

- безперебійне постачання води споживачам;

- забезпечення відбору з нього потрібної кількості води з урахуванням росту водоспоживання на перспективу розвитку об'єкта водопостачання;

- забезпечення водою такої якості, яка вимагає мінімальних витрат на її очищення і подачу споживачам.

Потужність джерела має бути такою, за якої відбір води з нього на потреби споживача не порушував би екологічну систему водного об'єкта, що використовується.

Забір води з поверхневих водних об'єктів в межах міської території здійснюється для технічного водопостачання, поливання міських територій і пожежогасіння.

*Водопостачання* – це забезпечення водою різних водоспоживачів (населених пунктів, промислових підприємств та ін. об'єктів) для задоволення господарсько-побутових, технологічних і протипожежних потреб.

*Системою водопостачання* називають комплекс інженерних споруд, машин та апаратів, які призначені для забору води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання запасів, транспортування і подавання водоспоживачам.

Система водопостачання складається з таких елементів:

- *водоприймальні споруди* (водозабірні споруди), що призначені для прийому води з природних джерел;

- *насосні станції* (водопідіймальні споруди), що створюють тиск для передачі води на очисні споруди, до акумулюючих ємкостей або до споживачів – насосні станції (НС) першого підйому призначені для передачі води від водозабору (джерела) на очисні споруди, НС другого підйому – для передачі очищеної води з резервуару чистої води (РЧВ) у магістральні водоводи і далі в розподільну мережу, наступні НС влаштовують за необхідності для створення необхідного тиску в трубопроводах;

- *споруди для очищення води*, які призначені для поліпшення властивостей води і доведення її якісних показників до вимог споживачів;

- *водонапірні споруди* (резервуари і водонапірні башти), які є запасними і регулюючими ємкостями;

- *магістральні водоводи і водорозподільні мережі*, призначені для передачі води до місць її розподілу і споживання – магістральні водоводи транспортують основну кількість води від очис-

них споруд до об'єкта водопостачання, водорозподільні мережі подають воду безпосередньо споживачам, що обслуговуються;

- засоби автоматизації.

Залежно від місцевих умов деякі із споруд можуть не використовуватись чи бути об'єднаними одна з одною.

Системи водопостачання поділяють за такими ознаками:

- за *функціональним призначенням*: господарсько-питні (призначені для задоволення питних і господарсько-побутових потреб), виробничі (для постачання води промисловим підприємствам на технологічні цілі), протипожежні (подача води для гасіння пожеж), сільськогосподарські;

- за *сферою обслуговування*: об'єднані (призначені для одночасного задоволення різних потреб усіх споживачів), роздільні (окремо подають воду на різні потреби);

- за *видами об'єктів*: міські, промислові, селищні тощо;

- за територіальним охопленням споживачів: місцеві або локальні (забезпечують водою окремих споживачів, наприклад, – промислове підприємство), централізовані (забезпечують водою усіх споживачів населеного пункту), групові (обслуговують декілька населених пунктів або об'єктів);

- за *типом природного джерела*: з використанням поверхневих вод (річки, водосховища, озера), з використанням підземних вод, комбіновані;

- за *способом підйому води*: гравітаційні (самопливні), з механічним подаванням води (за допомогою насосів);

- за *характером використання води*: прямотечійні, оборотні, з повторним використанням води;

- залежно від *якості вихідної води і вимог водоспоживачів* – з влаштуванням споруд з поліпшення якості води і без них;

- за *тривалістю роботи*: постійні, тимчасові, сезонні;

- за *надійністю забезпечення подавання води*: першої, другої, третьої категорії.

Згідно СНІП 2.04.02-84, системи господарсько-питного водопроводу *1-ї категорії* будують у населених пунктах із кількістю жителів понад 50 тис. чол., для яких допускається зниження у подаванні води на 30 % не більше, як на три доби, а перерва у подаванні води на час ремонту – не більше 10 хв.; *2-ї категорії* – для населених пунктів із кількістю жителів від п'яти до 50 тис.

чол., для яких допускається зниження у подаванні води не більше, як на 10 діб, перерва на час ремонту – до шести годин; 3-ї категорії – для населених пунктів із кількістю жителів до п'яти тис. чол. – зниження подавання води допускається на 15 діб, перерва на час ремонту – не більше 24 годин.

### **Централізоване водопостачання**

Джерелами водопостачання міст є поверхневі і підземні води. Для централізованого водопостачання міст використовують водні об'єкти, які відповідають нормам і вимогам до джерел господарсько-питного водопостачання і які знаходяться на екологічно благополучних територіях. Так, наприклад, водозабір Київського водопроводу знаходиться на р. Десні на відстані 12 км від Києва, Харків забирає питну воду з р. Сіверський Донець у с. Кочеток, віддаленого від міста на 24 км, питний водозабір Дніпра розташований в с. Аули за 8 км від міста.

Принципову схему водопостачання міста із поверхневих джерел зображено на рис. 5.6.

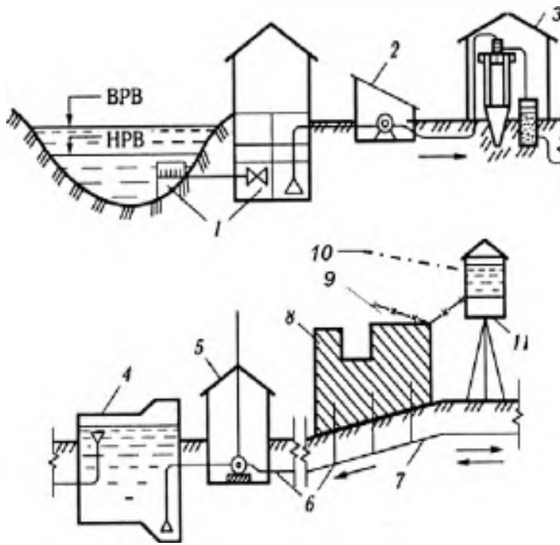
Вода із джерела забирається водоприймальною спорудою і самопливними водоводами надходить у береговий колодязь. Потім насосами першого підйому вона подається в споруди для очищення. Очищена вода надходить у РЧВ й насосами другого підйому подається з них в мережу трубопроводів, причому частина води акумулюється в ємності водонапірної башти.

Магістральними трубопроводами (водоводами) вода надходить у райони міста і розподільчою мережею – до споживачів.

Послідовність окремих споруд водопостачання і їх склад залежать від призначення, місцевих природних умов, вимог споживача та економічних міркувань. Так, якщо РЧВ розміщені на достатньо високих точках місцевості, то очищена вода може передаватися споживачу самопливними водогонами і відпадає потреба у НС II-го підйому. У разі використання підземних артезіанських вод, які не потребують кондиціонування, система водопостачання спрощується за рахунок виключення із її складу очисних споруд.

В межах міської території забір води для питної мети з поверхневих водних об'єктів проводять у виняткових випадках. Це можуть бути штучні водні об'єкти – канали або водосховища, спеціально призначені для питного водопостачання, в яких інші

види водокористування заборонені. Довкола них влаштовують зону санітарної охорони (ЗСО).



**Рис. 5.6. Схема водопостачання з поверхневого джерела**

1 – річковий водозабір; 2 – насосна станція першого підйому; 3 – водочисна станція; 4 – резервуар чистої води (РЧВ); 5 – насосна станція другого підйому; 6 – водогінна мережа; 7 – водопровідна мережа; 8 – об'єкт водопостачання; 9 – п'єзометрична лінія за максимального водоспоживання з мережі; 10 – п'єзометрична лінія водогону за максимального рівня води в баці башти; 11 – контррезервуар (водонапірна башта); ВРВ, НРВ – відповідно верхній і нижній рівні води

Питні водозабори з підземних водоносних горизонтів розташовують в межах міської території. Довкола них влаштовують ЗСО. Підземні води використовують для централізованого і нецентралізованого господарсько-питного водопостачання.

Контроль якості води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання здійснюється місцевою санепідемслужбою і підприємством, що експлуатує водозабірні споруди.

Водопостачання міста має велике значення у зв'язку з тим, що водоспоживання на господарсько-питні, комунальні і виробничі потреби постійно зростає. В перспективі очікується, що водоспоживання на ці потреби досягне 400-500 л/добу і більше для

однієї людини. Водоспоживання в містах різниться і залежить від категорії міста (чисельності населення), наявності і розвитку промисловості, ступеня благоустрою міста, кліматичних умов та низки інших факторів.

### ***Нецентралізоване водопостачання***

Потреба людини в питній воді не перевищує 10 л/добу, що складає менше 5 % від загального об'єму води, яке припадає на одного міського жителя при централізованому водопостачанні. Якісна питна вода в такій кількості може бути надана городянам з підземних джерел, в першу чергу кондиційних питних підземних вод з глибоких, надійно ізольованих горизонтів.

Існують такі варіанти нецентралізованого водопостачання:

- бутильовання і пакування екологічно чистої води,
- розвезення спеціальними автомашинами і відпуск води у тару споживача,
- організація водорозбірних пунктів, колонок і бюветів у житлових кварталах.

Досвід використання підземних вод для нецентралізованого водопостачання накопичений в Бердянську, Києві, Харкові і деяких ін. містах України.

Для нецентралізованого водопостачання також можуть використовуватися поверхневі води, що пройшли очищення. Так, в Одесі й інших південних містах України через торгівельну мережу надходить очищена на фільтрах річкова вода, що забирається населенням у власну тару. У Києві після Чорнобильської катастрофи в терміновому порядку було організовано нецентралізоване питне водопостачання з мережі артезіанських свердловин з відбором води населенням через колонки. У Бердянську водорозбірні пункти обладнані на магістральному водоводі, що подає кондиційну питну воду до головних споруд централізованої системи водопостачання. Розбір води здійснюється безкоштовно (Бердянськ, Київ) або за порівняно невелику платню (Одеса, Харків). Вартість бутильованої і води, що пакується, значно вище.

Особливий інтерес представляє спосіб нецентралізованого водопостачання з бюветів на базі спеціальних артезіанських свердловин, розміщених безпосередньо в житлових кварталах міст (рис. 5.7). Можливість такого способу питного водопостачання

існує в містах, що тяжіють до Дніпровсько-Донецького, Волино-Подільського і частково Причорноморського артезіанських басейнів, де є великі запаси кондиційних питних вод, захищених від техногенної дії.



*Рис. 5.7. Бювет у м. Києві*

Водозабори свердловин улаштовують із використанням занурювальних насосів і накопичувальних резервуарів. Влаштовують ЗСО і зручні для населення підходи. Водорозбірні пункти мають знаходитися за межами зони суворого режиму. З огляду на неминучі втрати води улаштовують системи водовідведення в зливову систему.

За наявності у підземних водах наднормативних концентрацій заліза або фтору свердловини обладнують знезалізнювальною або знефторювальною установкою.

В цілях підвищення надійності роботи локальних водозаборів передбачають запасні системи автономного енергозабезпечення – дизельні електростанції, а також запасні накопичувальні місткості.

Технологія нецентралізованого питного водопостачання має такі *переваги*:

- з'являється незалежна, надійно захищена система питного водопостачання на випадок аварій і ін. надзвичайних ситуацій;
- підвищується надійність системи питного забезпечення, оскільки при виході з ладу одного джерела населення може користуватися сусідніми;
- для питної мети використовується вода, що вимагає менших,

у порівнянні з поверхневими водними джерелами, витрат на її підготовку;

- економно витрачається артезіанська вода високої питної якості, запаси якої обмежені.
- питна вода, що розбирається населенням в б'юветах, на порядок дешевше бутильованої.

Розглянуті варіанти нецентралізованого водопостачання є доповненням до централізованого водопостачання міст і пропонують альтернативне джерело якісної питної води.

### **5.9. Підготовка води**

У загальному випадку необхідність очищення води і визначення технологічної схеми встановлюють шляхом порівняння якості води вибраного джерела (дані хімічних і технологічних аналізів) з вимогами споживачів (дані державного стандарту на питну воду або технічні умови споживача). Для підготовки води використовують природну воду, яку забирають із поверхневих чи підземних джерел, а готовою продукцією є питна або технічна вода. Характер і ступінь невідповідності якості води джерела вимогам водокористувача зумовлює вибір методів обробки. Якщо при цьому можуть бути використані різні методи очистки, то вибір їх проводять на основі техніко-економічних розрахунків.

*Обробка води* з метою підготовки її для пиття, господарських і виробничих цілей є комплексом фізичних, хімічних і біологічних методів зміни її первісного складу. При заборі води для господарсько-побутових потреб, очищення здійснюють на водочисних станціях (рис. 5.8).

*Технологія підготовки питної води* охоплює комплекс процесів з метою зміни її початкового складу та поліпшення природних властивостей зменшенням або повним вилученням небажаних інгредієнтів і збагачення її тими, яких не вистачає.

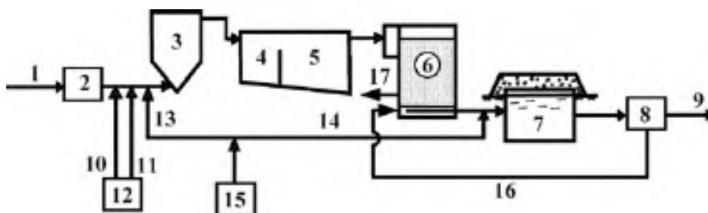
#### ***Характеристика процесів підготовки води***

Процеси підготовки води поділяють на такі основні групи:

- *поліпшення органолептичних властивостей* води (прояснення і знебарвлення, дегазація і дезодорація та ін.);
- *забезпечення епідеміологічної безпеки* (обробка гіпохлоритом натрію, озонування, ультрафіолетове та ін. способи знезараження);
- *кондиціонування мінерального складу* (фторування, знефтору-



вання, знезалізнення, деманганация, зм'якшення, знесолення).



**Рис. 5.8. Технологічна схема очищення води з поверхневого джерела, що включає відстійники і фільтри**

1 – подача вихідної води від водозабору; 2 – НС 1-го підйому; 3 – змішувач; 4 – камера утворення пластівців; 5 – горизонтальний відстійник; 6 – швидкий фільтр; 7 – РЧВ; 8 – НС 2-го підйому; 9 – подача води питної якості споживачу; 10 – подача розчину коагулянту; 11 – подача вапняного молока; 12 – реагентне господарство; 13, 14 – первинна і вторинна обробка гіпохлоритом натрію; 15 – хлораторна; 16 – подача очищеної води для промивки фільтрів; 17 – скидання забрудненої промивної води фільтрів

Основними процесами поліпшення якості води для господарсько-питних цілей є прояснення, знебарвлення і знезараження.

*Прояснення води.* З метою видалення з води завислих домішок проводять її прояснення. Залежно від потрібного кінцевого вмісту завислих речовин у воді прояснення здійснюють відстоюванням води у відстійниках і гідроциклонах, центрифугуванням, флотацією, фільтруванням, пропусканням через шар раніше утвореного завислого осаду в прояснювачах та ін. апаратах.

Для інтенсифікації процесу осадження завислих речовин застосовують їх *коагулювання*. Для цього у воду додають хімічні речовини – коагулянти. В результаті коагуляції утворюються великі агрегати, на поверхні яких адсорбуються домішки та завислі часточки, що швидко осідають під дією сил гравітації. Процес коагулювання здійснюють у прояснювачах із шаром завислих пластівців або контактних прояснювачах зі статичним зернистим шаром. Видалення з води грубодисперсних зависей здійснюють центрифугуванням у гідроциклонах з наступним проясненням на швидких фільтрах, фільтруванням крізь сітки, на мікрофільтрах або крізь тканини.

*Знебарвлення води* – процес видалення з неї колоїдів або роз-

чинених домішок, які зумовлюють кольоровість води. Вода знебарвлюється під час коагулювання або флотації з використанням окисників або сорбентів. Для цього застосовують фільтрування крізь гранульоване активоване вугілля та напірну флотацію з обов'язковим попереднім коагулюванням домішок.

*Знезараження* води здійснюють для знищення у ній патогенних бактерій і вірусів, проводячи обробку гіпохлоритом натрію, озонування або вводячи перманганат калію. Найбільш поширений спосіб – застосування гіпохлориту натрію.

Для доведення якості питної води до вимог питної кондиції, за потреби, використовують деякі додаткові процеси.

*Дезодорація* – зменшення інтенсивності запаху шляхом аерації води або із застосуванням окисників і сорбентів.

*Знезалізнення* – зменшення концентрації у воді феруму або його солей. Залежно від форм сполук феруму, наявних у воді, застосовують безреагентні або реагентні способи. Найчастіше застосовують аерування води з наступним її фільтруванням на швидких фільтрах.

*Фторування і знефторення* – доведення концентрації флуору до оптимальної. Розчин флуорвмісного реагенту додають у воду після її фільтрування на швидких фільтрах. Знефторюють, як правило, підземні води фільтруванням через модифіковані завантаження (наприклад, цеоліт, модифікований солями алюмінію).

Під час підготовки *технічної води* для технологічних цілей виникає потреба у наданні воді властивостей, за яких вона втрачає здатність викликати корозію або відкладати солі. Для цього здійснюють пом'якшення, демінералізацію, дегазацію, стабілізацію, зменшують окиснюваність води тощо.

*Пом'якшення* води здійснюють для видалення іонів жорсткості (кальцію і магнію). Способи пом'якшення можуть бути такі: кип'ятіння; реагентний спосіб із застосуванням кальцинованої соди, гідроксиду натрію або їх суміші; катіонообмінний – перепускання води крізь фільтри з катіонообмінними речовинами, які вилучають з води іони  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ .

*Демінералізація* – зменшення кількості солей у воді. Якщо рівень зменшення досягає допустимого рівня вмісту солей у питній воді (<1000 мг/л), то цей процес називається *опрісненням*, а якщо рівня дистилляту – *знесоленням*.

Як способи демінералізації можуть бути застосовані: випаровування води з подальшою її конденсацією; виморожування – ґрунтується на різниці температур замерзання солоної і прісної води (солоня замирає при більш низькій температурі, ніж прісна); іонообмінний – воду перепускають через катіонитові й аніонітові фільтри; мембранний – використовують таку мембрану, яка пропускає лише певні компоненти і суміші.

*Дегазація* – видалення з води розчинених у ній газів для зменшення її корозійної властивості. Використовують, як хімічні (додавання реагентів, що зв'язують розчинені у воді гази), так і фізичні (аерація) методи.

*Стабілізація* – процес водопідготовки, спрямований на зменшення агресивних властивостей води. Застосовують обробку її реагентами (вапно, сода, сполуки органічного та неорганічного фосфору), фільтрацію, а також декарбонізацію.

*Охолодження* води необхідне для зниження її температури після певного технологічного процесу перед повторним використанням або скиданням у водойми. Охолодження виконують за допомогою таких споруд, як градирні, бризкальні, басейни, ставки-охолоджувачі.

Води поверхневих джерел в основному прояснюють, знебарвлюють і дезодорують, підземних – знезалізнують, пом'якшують, опріснюють, знефторують. Усі води знезаражують.

Спосіб обробки води, ступінь її очищення, технологічну схему і розрахункові параметри очисних споруд встановлюють залежно від якості води в джерелі, призначення водопроводу, продуктивності водоочисної станції та місцевих умов.

### **5.10. Зони санітарної охорони джерел водопостачання**

Джерела питного водопостачання використовують лише при можливості створення навколо них зон санітарної охорони.

*Зона санітарної охорони (ЗСО)* – спеціально виділена територія, яка пов'язана з джерелом водопостачання і головними водозабірними та водопідготовчими спорудами, в межах якої створюється особливий режим, що усуває або обмежує можливість забруднення і погіршення якості води в ньому та забезпечує збереження гідротехнічних споруд.

### ***Санітарна охорона відкритих джерел питного водопостачання***

Зона санітарної охорони джерел водопостачання із поверхневих водотоків і водойм влаштовується в цілях забезпечення надійної санітарно-епідеміологічної обстановки. Вона складається з трьох поясів: першого – суворого режиму, другого і третього – режимів обмеження.

*Перший пояс* охоплює територію, на якій розташоване саме джерело водопостачання, водозабірні, водопідйомні й очисні споруди (головні споруди), а також запасні та напірні резервуари. Розміри цього поясу встановлюються залежно від місцевих топографічних і гідрологічних умов, але в усіх випадках межі його мають бути вище від водозабору (вгору за течією) на 200 м, а нижче за течією – не менше 100 м, по берегу – не менше 100 м від урізу води, до протилежного берега – не менше 100 м по акваторії, а при ширині річки менше 100 м – вся акваторія і 50 м від урізу води углиб протилежного берега. Для водойми – в радіусі 100 м від водозабору по акваторії і берегу.

Уся територія першого поясу є територією суворого режиму, її сплановують, озеленюють і огорожують. На акваторії встановлюють попереджувальні буї. В межах цього поясу можуть знаходитися тільки будівлі і споруди, пов'язані з експлуатацією водопроводу.

На території цього поясу забороняється проживання і тимчасове перебування людей, які не пов'язані з роботою на гідротехнічних спорудах, а також ведення будівництва, що не має відношення до водозабору, водоочистки та водоподачі. Усі споруди в межах поясу мають бути обов'язково каналізованими. На цій території не дозволяється випускати стічні води і використовувати воду для спортивно-масових і побутових цілей. Поверхневий стік відводиться у водотік нижче за течією.

Територія охороняється, доступ сторонніх осіб заборонений.

Межі *другого поясу* встановлюються з урахуванням наявності джерел забруднення водного об'єкта стійкими хімічними речовинами, тобто територія поясу має забезпечувати чистоту води в місці водозабору. Верхня межа поясу встановлюється з урахуванням самоочисної здатності водотоку при витраті води 95 %-ї забезпеченості і при протіканні води від межі поясу до

водозабору впродовж 3-5 діб. Нижня межа поясу встановлюється на відстані не менше 250 м від водозабору. Бокові межі встановлюються залежно від рельєфу: від урізу води при літньо-осінній межні на 500 м при рівнинному рельєфі, при гірському рельєфі – до вершини першого схилу, поверненому до джерела водопостачання, але не більше 750 м при пологому схилі і 1 000 м – при крутому. Для водойми межі другого поясу встановлюють в радіусі не менше трьох км від водозабору, а по берегу – так само, як і для водотоку.

У другому поясі забороняється використання території або джерела водопостачання, яке може спричинити якісне або кількісне погіршення води. За особливим дозволом органів державного санітарного нагляду може проводитись будівництво, вирубування насаджень, прокладання залізниць або автомобільних доріг, використання земельних ділянок і ставів для сільськогосподарських потреб, проведення спортивних заходів, купання.

У прибережній смузі завширшки не менше 300 м забороняється застосовувати пестициди, органічні та мінеральні добрива, а у прибережній смузі завширшки 100 м від урізу води при літньо-осінній межні – випасання худоби.

Межі *третього поясу* вгору і вниз за течією встановлюються такі самі, як і для другого поясу, по берегу вони становлять 3-5 км від урізу води. У цьому поясі органами охорони здоров'я проводиться спеціальний облік інфекційних захворювань, які можуть поширитися через водопровід, та обов'язкове епідеміологічне обстеження кожного окремого випадку таких захворювань; здійснюються й інші заходи по попередженню забруднення джерела водопостачання, враховуючи місцеві умови.

### ***Санітарна охорона підземних джерел питного водопостачання***

Для підземних джерел також встановлюється ЗСО, яка поділяється на три пояси, в кожному з яких встановлюється особливий режим.

*Перший пояс* – зона суворого режиму – призначений для захисту устя свердловини і водопровідних споруд. Територія першого поясу встановлюється розміром близько 0,25 га навколо свердловини. Радіус зони суворого режиму складає не менше 50 м для свердловин, що розкривають незахищені підземні води

(грунтові), і не менше 30 м для свердловин, що експлуатують захищені (артезіанські) підземні води. У сприятливих гідрогеологічних і санітарно-технічних умовах за узгодженням з органами санітарно-епідеміологічної служби радіуси можуть бути зменшені удвічі – 25 м у разі незахищених і 15 м у разі захищених водоносних горизонтів.

При експлуатації інфільтраційних споруд (штучне поповнення підземних вод) межі ЗСО влаштовують на відстані не менше 50 м від каптажних споруд закритого типу (свердловини, шахтні колодязі) і не менше 100 м від споруд відкритого типу (канали, басейни).

Для берегових водозаборів (інфільтраційних) в зону суворого режиму включається територія між водозабором і поверхневою водоймою, якщо вона має протяжність не більше 150 м.

Для підруслоних водозаборів зона суворого режиму встановлюється такою ж, як і для водозаборів з поверхневих водойм.

Територію першого поясу зони санітарної охорони огорожують, захищають смугою зелених насаджень (або парканом) і охороняють. Її сплановують таким чином, щоб води поверхневого стоку виводились за її межі. Тут забороняється зводити будинки та інші будівлі, які не мають безпосереднього відношення до експлуатації водозабірних і водопровідних споруд. Будь-яка діяльність, не пов'язана з водопровідним господарством, в її межах забороняється.

*Другий пояс* або зона обмежень охоплює територію, використання якої обмежується з метою уникнення несприятливого впливу на водоносний горизонт, що експлуатується, і захисту його від мікробного забруднення. Межі цього поясу визначаються розрахунковим шляхом. При розрахунку розмірів другого поясу ЗСО вихідним є час, необхідний для втрати патогенними організмами життєздатності, яке для умов ґрунтових вод становить 400 діб, а для міжпластових вод – 100-200 діб. Розміри другого поясу залежать також від величин водовідбору, проникності й активної пористості порід.

Зазвичай радіус зони другого поясу дорівнює 250-300 м. У разі, коли встановлений зв'язок водоносного горизонту з відкритими водними об'єктами, частина останніх також включається до другого поясу.

На території другого поясу обмежується будь-яка діяльність, яка може спричинити бактерійне забруднення підземних вод, – в першу чергу розміщення звалищ, туалетів, вигрібних ям, органічних добрив і т. ін. На території другого поясу проводяться заходи для запобігання забруднення води у водоносному горизонті: ліквідують тампонажем або відновлюють усі старі недіючі, дефектні свердловини та ті, що неправильно використовуються; проводять благоустрій населених пунктів; не допускають забруднення водних об'єктів і території будь-якими забруднювачами; будівельні роботи можуть здійснюватись лише з дозволу органів санітарного нагляду. Ця територія не огорожуються

*Третій пояс* ЗСО також є зоною обмежень, призначеною для запобігання хімічного забруднення підземних вод на увесь термін роботи водозабору. Якщо термін спеціально не встановлений, то при розрахунках розмірів третього пояса час дії водозабору приймається рівним 25 рокам. На території цього поясу обмежується діяльність, пов'язана із зберіганням, використанням і внесенням в ґрунт хімічних речовин, які можуть погіршити якість підземних вод.

#### ***Санітарна охорона міських джерел***

Для джерел, розташованих в міській межі, у яких збереглася природна якість води, передбачають *спеціальні охоронні заходи*: обладнання каптажів і організацію зон санітарної охорони.

Такі зони призначені для запобігання забруднення підземних вод в місці їх виходу. Вони складаються з трьох поясів.

Оскільки джерельні води за ступенем природної захищеності можуть бути прирівняні до ґрунтових вод, то *перший пояс* – зона суворого режиму – повинен мати радіус не менше 50 м. Розміри і конфігурації *другого поясу* – зони обмежень, призначеної для захисту від бактерійного забруднення, – визначають розрахунком. Розміри поясу, залежно від фільтраційних властивостей водонесучих і перекриваючих порід, а також від дебіту джерела можуть варіювати від десятків до декількох сотень метрів. *Третій пояс*, що належить також до зони обмежень і призначений для захисту від хімічного забруднення, так само визначається розрахунковим шляхом. Розміри його залежать від терміну експлуатації і при достатньо тривалому терміні досягають меж зони живлення водоносного горизонту.

Зони санітарної охорони джерел питного водопостачання та їх поділ на пояси встановлюються у кожному населеному пункті рішенням виконавчого комітету відповідної місцевої Ради народних депутатів із затвердженням виконавчим комітетом обласної Ради, а в м. Києві, обласних центрах, містах з населенням понад 200 тис. чоловік і курортних містах незалежно від кількості населення – Кабінетом Міністрів України.

### **5.11. Системи водовідведення**

Система заходів по видаленню та очищенню стічних вод називається каналізацією (водовідведенням).

*Системи водовідведення (каналізування)* – це комплекс інженерних споруд, технічних і санітарних заходів, які забезпечують організоване збирання й виведення трубопроводами стічних вод із території населених пунктів або промислових підприємств, їх очищення, знешкодження і знезараження.

Воду, яку використовують для побутових потреб і для здійснення виробничих процесів, а також дощові й талі води з міських територій видалають через систему водовідведення і подають на міські очисні споруди. У разі обмеження потужності міських очисних споруд атмосферні води частково або повністю скидаються у природні водойми без очищення.

Водовідвідні системи поділяють на загальносплавні, роздільні і комбіновані. В свою чергу, роздільні системи поділяють на повні роздільні, неповні роздільні, напівроздільні.

*Загальносплавна* система водовідведення (рис. 5.9) має одну водовідвідну мережу, яка призначена для відведення усіх стічних вод – виробничих, побутових, атмосферних. Уздовж головного колектора загальносплавної системи можуть бути влаштовані зливовідводи для безпосереднього скидання у річку частини стоку. Це здійснюють з метою зменшення розмірів і кількості колекторів, що здешевлює водовідвідну систему. Зливовідводи виключають можливість переповнення головного колектора під час сильної зливи. Конструкція і розміщення зливовідводів дає змогу здійснити скидання стічних вод у річку не раніше, ніж через 30 хв. після початку зливи. За цей час забруднений поверхневий стік з міської території загальносплавним колектором потрапляє на міські очисні споруди, а менш забруднена частина



стоку надходить безпосередньо у річку.

Загальносплавну систему каналізації застосовують у разі, коли усі три види стічних вод (виробничі, побутові, атмосферні) мають мінералізацію, що допускає їх сумісне біологічне очищення, та за наявності у місті повноводної річки.

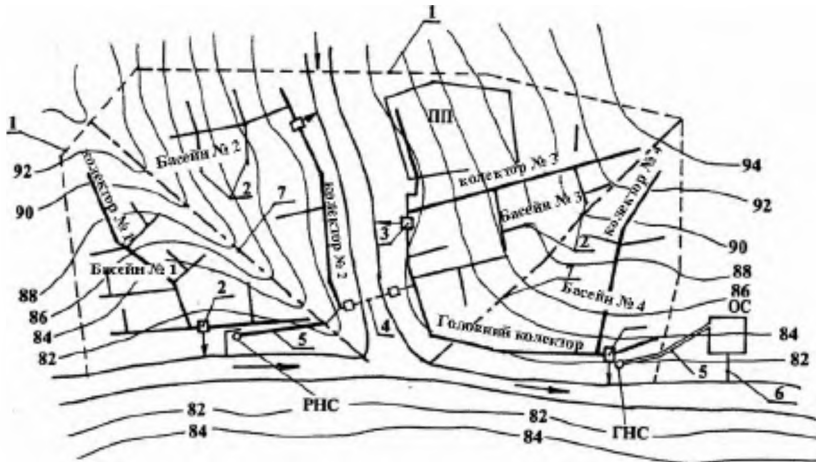


Рис. 5.9. Загальносплавна система водовідведення

РНС – районна насосна станція; ГНС – головна насосна станція;  
ОС – очисні споруди; ПП – промислове підприємство  
1 – межа міста; 2 – зовнішня водовідвідна мережа трубопроводів; 3 – зливовипуски; 4 – докер; 5 – напірні трубопроводи; 6 – випуск очищених стічних вод; 7 – лінії вододілів

Повна роздільна система водовідведення має два або більше колектори, призначені для окремого відведення стічних вод певної категорії (рис. 5.10, а). Таку систему водовідведення застосовують, якщо не можна провести сумісне очищення виробничих і побутових стічних вод. Господарсько-побутові стічні води відводять на загальноміські очисні споруди, де проводять їх очищення до кондицій, що задовольняють умовам скидання у водні об'єкти. Очищення виробничих стічних вод здійснюють на спеціальних очисних спорудах даного промислового об'єкта або групи таких об'єктів. Після очищення виробничі стічні води можуть бути використані для технічного водопостачання, подані на загальноміські очисні споруди для доочистки або скинуті

до водного об'єкта. Талі і дощові води по колектору зливової каналізації подаються на очищення і надалі використовуються для технічного водопостачання або скидаються у водні об'єкти.

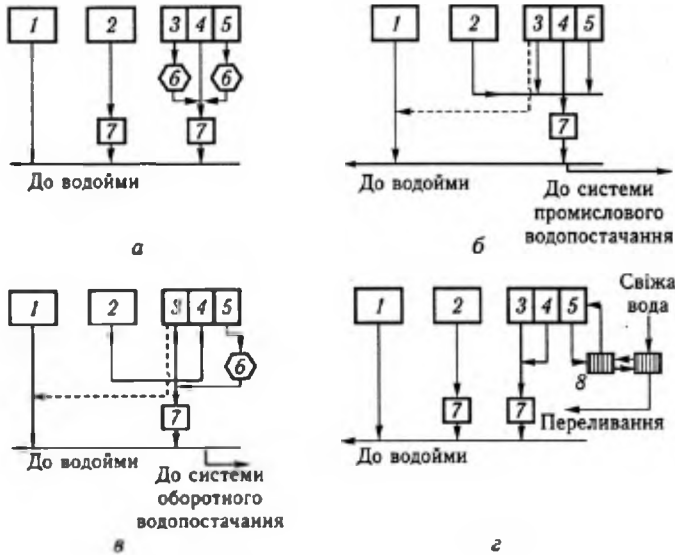


Рис. 5.10. Системи водовідведення

*а* – повна роздільна; *б* – двомережна неповна роздільна; *в* – роздільна з локальними очисними спорудами; *г* – роздільна з використанням виробничих стічних вод для оборотного водопостачання: 1 – зливові води; 2 – побутові води; 3, 4, 5 – відповідно 1-й, 2-й і 3-й цехи; 6 – локальні очисні споруди; 7 – очисні споруди; 8 – охолоджувальні споруди

*Двомережну неповну роздільну систему водовідведення* (рис. 5.10, б) використовують для очищення побутових і виробничих стічних вод, якщо мінералізація і склад органічних забруднень дають змогу проводити їх сумісне очищення (наприклад, на підприємствах харчової промисловості, де виробничі стоки за своїм складом близькі до побутових). Якщо на підприємстві утворюються умовно чисті виробничі води (з підвищеними вмістом завислих речовин і температурою), то їх відводять зливовою каналізацією або використовують у системі оборотного водопостачання після охолодження і відстоювання.

*Неповна роздільна система водовідведення* передбачає від-

ведення господарсько-побутових і промислових стічних вод єдиним колектором. Відведення атмосферних стічних вод здійснюється окремо колекторами, лотоками або канавами. Така система використовується на невеликих об'єктах водовідведення.

У разі забруднення виробничих стічних вод цінними речовинами їх відводять *окремими лініями* на локальні очисні установки для вилучення, регенерації або утилізації цінних продуктів (рис. 5.10, в). Очищені води можна повторно використовувати у технологічних процесах або скидати в загальний колектор промислових стічних вод для сумісного доочищення з ін. стоками на загальнозаводських очисних спорудах.

Системи водовідведення з *повним* або *частковим використанням* суміші очищених стічних і зливових вод для потреб промислового водопостачання, а також із роздільною системою каналізування підприємства застосовують тоді, коли виробничі стічні води використовують для оборотного водопостачання, а очищені побутові й злилові стічні води скидають у водойми (рис. 5.10, г).

*Комбінована система* водовідведення є сукупністю загальносплавної і повної роздільної системи. Така система формується у міру розвитку і реконструкції каналізаційної мережі міста. У старій частині міста функціонує, наприклад, загальносплавна система водовідведення, а в районах новобудов створюється повна роздільна система.

## **5.12. Очищення стічних вод**

*Стічними* називаються води, які використані на виробничі або побутові потреби, одержали при цьому додаткові домішки (забруднення), що змінили їх первісний хімічний склад або фізичні властивості, і підлягають видаленню з населених пунктів і промислових підприємств. До стічних належать також води, які стікають з територій міст і промислових підприємств у результаті випадання дощів, танення снігу та поливання вулиць.

Залежно від походження, виду та якісних характеристик домішок стічні води бувають виробничі (промислові), побутові (господарсько-фекальні), сільськогосподарські та атмосферні.

До *виробничих* або *промислових* стічних вод належать води, які використані у різних технологічних процесах і не відповіда-

ють вимогам, що ставляться до їх якості. До таких вод належать також води, що використовуються на ТЕС і АЕС та відкачуються на поверхню при видобуванні корисних копалин.

До *побутових* належать стічні води, які надходять із житлових, громадських, адміністративних, учбових, лікувальних, комунальних, торгівельних будівель і побутових приміщень промислових підприємств.

Стічні води *сільськогосподарського походження* надходять із тваринницьких комплексів, ферм, птахофабрик та від ін. сільськогосподарських водокористувачів.

*Атмосферні* стічні води утворюються в результаті випадання і стікання атмосферних опадів, або танення снігу.

Характеристикою стічних вод є *концентрація забруднень*, тобто кількість забруднень в одиниці об'єму води, яка виражається у мг/л або у г/м<sup>3</sup>. Концентрація забруднень залежить від походження вод і змінюється у часі. Так, у комунальних стічних водах найбільшою вона є увечері і вранці, а найменша – вночі. Промислові стічні води характеризуються досить рівномірною концентрацією забруднень протягом робочого дня, за винятком підприємств, технологія виробництва яких вимагає залпових випусків, при яких різко збільшується концентрація забруднень.

Залежно від кількості забруднюючих домішок стічні води поділяють на:

- *слабозабруднені*, в яких показники якості води перевищують природні (фонові) значення, але нижчі за ГДК для води певного виду використання;
- *забруднені* – показники перевищують ГДК у декілька разів;
- *сильнозабруднені* – показники суттєво перевищують ГДК і близькі до показників складу розчину в джерелі забруднення.

Забруднення, що надходять у стічні води, за фізичним станом бувають *нерозчинні, колоїдні та розчинні*. Крім цього, їх поділяють на мінеральні, органічні, бактеріальні і біологічні.

*Мінеральні* забруднення включають пісок, глину, шлак, різні руди, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні масла тощо. Ці речовини містяться в стічних водах машинобудівних, металургійних, нафтових, нафтопереробних, будівельних та інших виробництв.

*Органічні* забруднення бувають рослинного і тваринного по-

ходження. До рослинних належать рештки рослин, плодів, овочів, паперу, рослинні масла тощо. Основною хімічною речовиною цього виду забруднення є карбон. До складу забруднень тваринного походження належать фізіологічні виділення тварин, рештки жирових і м'язових тканин, клейові речовини та ін. Вони містять велику кількість азоту. Органічні забруднення є у міських комунальних стоках, у стічних водах целюлозно-паперових, миловарних, шкіряних, м'ясопереробних, пивоварних, харчових та ін. підприємств.

**Бактеріальні та біологічні** забруднення включають різні мікроорганізми: дріжджові та плісняві грибки, дрібні водорості та бактерії, у т. ч. збудники тифу, паратифу, дизентерії, а також яйця гельмінтів, які надходять у стічні води з екскрементами людей і тварин. За хімічним складом ці забруднення можна віднести до органічних, проте через особливу значимість їх виокремлюють у самостійну групу. Бактеріальну забрудненість стічних вод характеризують величиною коли-титру.

Співвідношення між мінеральними і органічними речовинами у стічних водах залежить від багатьох факторів, зокрема від масштабів і специфіки виробництв, категорії населених пунктів, особливостей каналізації тощо. Зазвичай мінеральних речовин буває приблизно 40 %, а органічних – близько 60 %.

Значне використання поверхневих і підземних вод зумовило значне збільшення об'ємів стічних вод, які скидаються у водотоки та водойми. Для запобігання погіршення якості води у водних об'єктах стічні води, які вміщують розчинні і нерозчинні домішки і забруднення, перед скиданням очищають до такого ступеня, щоб якість води у водоймі, до якої надходять стічні води, не зменшувалася нижче встановлених санітарних норм.

Очищення стічних вод здійснюють на загальноміських очисних спорудах (рис. 5.11). Пропускна здатність і ефективність їх роботи повинні відповідати загальному об'єму водоспоживання міста і характеру вод, що надходять на очищення.

Метод і ступінь очищення стічних вод визначають з урахуванням можливості використання очищених стічних вод для промислових і сільськогосподарських цілей.

Існують такі способи очистки: механічний, фізико-хімічний, хімічний, і біологічний. Вибір способу залежить від фізичного

стану, складу та концентрації забруднюючих речовин.

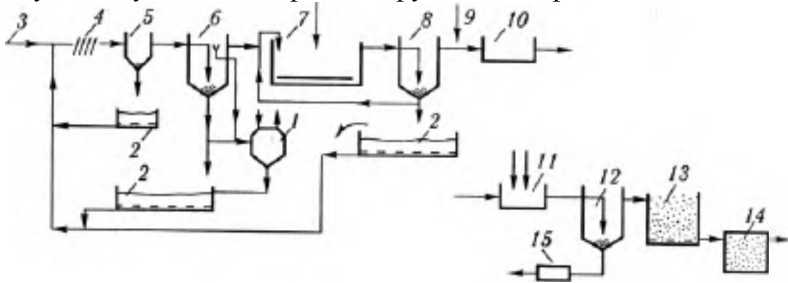


Рис. 5.11 . Загальна схема очищення стічних вод

1 – метантенк; 2 – мулові майданчики; 3 – стічна вода; 4 – ґратки; 5 – піскоуловлювач; 6 – первинний відстійник; 7 – біореактор (аеротенк); 8 – вторинний відстійник; 9 – подавання хлору; 10 – контактний резервуар; 11 – місткість для флокуляції-коагуляції; 12 – відстійник; 13 – піщаний фільтр; 14 – фільтр з активованим вугіллям; 15 – згущувач осаду

*Механічна очистка* – це відокремлення і механічне видалення зі стічних вод нерозчинних речовин, що досягається проціджуванням, відстоюванням, фільтруванням і центрифугуванням.

*Проціджування* стічних вод дає можливість затримувати порівняно великі частинки речовини (діаметром понад 5-10 мм), для чого використовують різноманітні ґратки і сітки; дрібніші її частинки (до 5 мм) уловлюються ситами.

*Відстоювання* застосовують для видалення мінеральних і органічних речовин, щільність яких більша або менша за щільність води; для цього служать піскоуловлювачі, відстійники, масло-, жиро- і смолоуловлювачі.

Для затримування найдрібніших завислих часток вдаються до *фільтрування* води крізь спеціальні сітки або піщано-гравійні і шлакові фільтри. За допомогою *центрифугування* при обертальному русі під дією відцентрових сил із стічних вод видаляються частинки зависей.

Механічна очистка застосовується у разі, коли стічні води після проходження крізь названі вище споруди можуть використовуватись або для потреб виробництва, або випускатися у річку чи водойму, не забруднюючи їх. Такій очистці піддаються також стічні води перед застосуванням інших способів очистки. За допомогою механічної очистки із побутових стічних вод видаля-

ють до 60 % нерозчинних домішок, а із промислових – до 95 %.

**Фізико-хімічна очистка** застосовується для очистки стічних вод від колоїдних і розчинених речовин-забруднювачів.

Цей спосіб включає такі методи:

- *сорбція* – поглинання або концентрування на поверхні деяких твердих речовин забруднень, які містяться у стічних водах;
- *екстракція* – введення у стічні води речовин, які не змішуються з ними, але здатні розчиняти забруднення, що містяться у воді;
- *флотація* – пропускання крізь стічну воду повітря, бульбашки якого, рухаючись вгору, захоплюють дисперсні частки речовини забруднення;
- *евапорація* – відгонка з водяною парою летких речовин, які забруднюють стічну воду;
- *іонний* – осаджування речовини забруднення на іонообмінному матеріалі при фільтруванні крізь нього стічних вод;
- *електроліз* – пропускання крізь стічні води електричного струму, який сприяє розчиненню матеріалу електродів у воді та утворенню пластівців коагулянту, що осаджують забруднюючі речовини;
- *кристалізація* – виділення зі стічних вод кристалів забруднюючої речовини, які утворюються при природному або штучному прискоренні випаровування рідини;
- *аерація* – очистка стічних вод шляхом окисень забруднень киснем повітря і переведення розчинних летких речовин у газову форму (*десорбція*);
- *полуменева спалювання стічних вод* відбувається за наявності в них особливо шкідливих речовин і неможливості очищення їх наявними методами;
- *безполуменева спалювання* застосовується для знешкодження токсичних стічних вод за відсутності інших методів очистки;
- *демінералізація (знесолення)* стічних вод проводиться у зв'язку з використанням їх в системах оборотного замкнутого водопостачання промислових підприємств; для цього застосовують термодистиляційне знесолення, зворотний осмос, іонний обмін, геліоопріснення, виморожування, електродіаліз;
- *випаровування* – видалення води із забрудненої суміші шляхом підігріву.

**Біологічна (біохімічна) очистка** базується на здатності мі-

кроорганізмів використовувати для свого розвитку органічні речовини, які містяться у стічних водах у колоїдному та розчиненому стані. Цей спосіб забезпечує майже повне видалення забруднень органічного походження (табл. 5.9). Більше 90 % міських стічних вод очищається саме цим методом (рис. 5.12).

Таблиця 5.9

### Орієнтовний склад міських стічних вод

Показник	Вміст, г/м <sup>3</sup>		
	до очистки	механічна очистка	біологічна очистка
Мінеральний склад	800	680	530
Завислі речовини	250	120	12
Азот амонійний	30	30	15
Азот загальний	45	35	25
Фосфати	15	15	12
Хлориди	35	35	34
ПАР	10	9	4
БСК <sub>повн</sub>	280	150	15
БСК <sub>5</sub>	200	135	10

*Біологічні фільтри* – це резервуари, в яких біологічна очистка стічних вод відбувається при її фільтрації крізь крупнозернистий матеріал (гравій, керамзит, крупнозернистий пісок, шлак та ін.). Поверхня зерен цього матеріалу вкрита біологічною плівкою, заселеною аеробними мікроорганізмами.

*Аеротенки* – залізобетонні резервуари, у яких повільно рухається суміш стічної води і активного мулу, що постійно перемішується за допомогою стиснутого повітря або спеціальних пристроїв.

Для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів-мініралізаторів у аеротенк безперервно подається повітря. Активний мул являє собою біоценоз мікроорганізмів-мініралізаторів, здатних сорбувати на своїй поверхні й окиснювати в присутності кисню повітря органічну речовину, що міститься у стічній воді.

Після біологічної очистки у стічних водах значно зменшується кількість бактерій, в тому числі хвороботворних; проте повне їх видалення не досягається. Тому такі води *дезінфікують* (знезаражують). Для цього *використовують* хлорне вапно, електроліз, бактерицидне проміння (ультрафіолетове), озонування, ультразвук. Після такої обробки стічні води можна випускати у річки чи водойми.



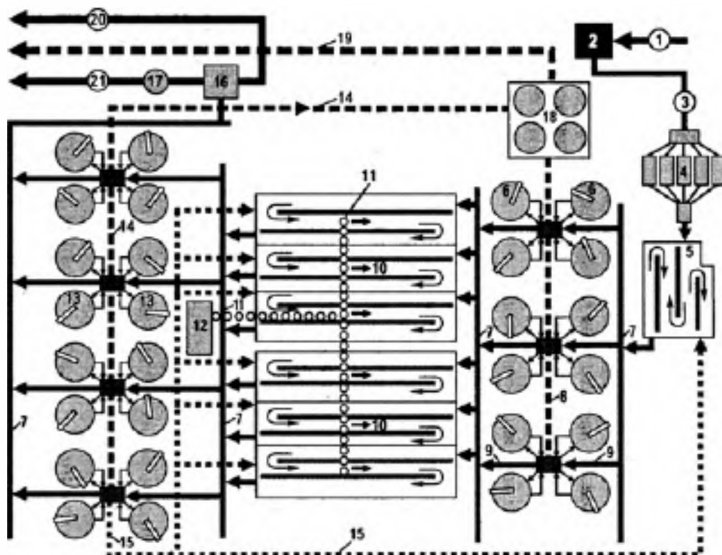


Рис. 5.12. План станції біологічного очищення стічних вод

1 – надходження забруднених вод; 2 – насосна станція; 3 – напірний водовід; 4 – піскоуловлювач; 5 – передаератор; 6 – первинний відстійник; 7 – збірно-розподільний канал; 8 – трубопровід сирого осаду; 9 – розподільний трубопровід; 10 – аеротенк; 11 – повітропровід; 12 – повітрорудна станція; 13 – вторинний відстійник; 14 – трубопровід зворотного активного мулу; 15 – трубопровід залишкового мулу; 16 – хлораторна; 17 – насосна станція для подавання очищеної води на зрошення; 18 – метантенк; 19 – трубопровід для подавання зброженого мулу на мулові майданчики; 20 – трубопровід для випускання очищеної стічної води у водойму; 21 – трубопровід до місця зрошення

**Хімічна очистка** застосовується для зміни хімічного складу або структури речовин, що містяться у стічних водах. Суть її полягає у додаванні до стічних вод таких хімічних реагентів, які, вступаючи в реакцію із забрудненнями, сприяють випаданню в осад нерозчинних і колоїдних речовин або газовиділенню. Хімічний метод надає можливість зменшити кількість нерозчинних забруднень стічних вод до 95 % і розчинних – до 25 %.

До основних видів хімічної очистки належать:

- **коагуляція** – додавання у стічні води реагентів-коагулянтів, які при розчиненні утворюють пластівці, що сприяють адсорбції забруднюючих стічні води речовин і випаданню їх в осад;

- *нейтралізація* – введення у стічні води речовин з кислотою або лужною реакцією для забезпечення в них рН в межах 6,5-8,5;
- *електролітична очистка* – пропускання електричного струму крізь стічні води; при цьому утворюються іони електролітів, які направляються до анода або катода, де вони розряджаються і утворюють нові сполуки як між собою, так і з матеріалом електрода; останні осідають у відстійниках.

На деяких виробництвах у стічних водах є особливо шкідливі компоненти, що потребують *спеціального вилучення*. Утилізація найшкідливіших стоків здійснюється випарюванням із наступним знищенням чи складуванням твердих відходів у спеціальних могильниках (у глинах чи соляних шарах), або підземним захороненням у рідкому вигляді.

### **5.13. Поверхневий стік з міської території**

Поверхневий стік, що формується на території міст і промислових майданчиків, є суттєвим джерелом забруднення і засмічення поверхневих водних об'єктів. В міських умовах він може призвести до затоплення низин, підвальних приміщень і вулиць та порушення руху по них, викликати зменшення несучої здатності ґрунтів, активізувати НГП на міських територіях.

#### ***Характеристика поверхневого стоку***

Поверхневий стік включає дощові, снігові (талі), поливні та мийні стічні води.

Основними джерелами забруднення поверхневого стоку на урбанізованих територіях є:

- сміття, змите з поверхні покриттів;
- продукти ерозії ґрунтових поверхонь;
- продукти руйнування дорожніх покриттів;
- викиди речовин в атмосферу промисловими підприємствами, автотранспортом, тепловими електростанціями, котельнями;
- втрати сипких і рідких продуктів, сировини, напівфабрикатів при навантаженні і розвантаженні;
- нафтопродукти, пролиті на поверхні покриттів (нафтобази, аеродроми, миття автомобілів у непризначених для цього місцях);
- майданчики для збирання побутового сміття.

Найвищий рівень забруднення поверхневого стоку спостерігається з територій крупних торгових центрів, автомагістралей з

інтенсивним рухом транспорту, територій промислових і автотранспортних підприємств, невпорядкованих будівельних майданчиків.

Формування поверхневого стоку відбувається під впливом комплексу природних (атмосферні опади, випаровування, інфільтрація, затримання вологи рослинами) і антропогенних (використання водозбірної території, улаштування штучних покриттів і технологія їх миття, організація водозбірних робіт) чинників. Специфічні особливості поверхневого стоку, пов'язані з епізодичністю його надходження, різкими змінами витрати і рівня забруднення, мінливістю складу забруднюючих речовин, значно утруднюють контроль і регламентацію його надходження в міські системи водовідведення або у водні об'єкти.

Поверхневий стік буває організованим і неорганізованим.

*Організований* поверхневий стік збирається з водозбірної території за допомогою спеціальних лотків і каналів і надходить у мережу каналізації або безпосередньо у водний об'єкт через випуски зливових вод. *Неорганізований* стікає у водний об'єкт по рельєфу місцевості.

*Контроль складу* поверхневого стоку здійснюють шляхом аналізу проб, які відбирають порційно з дощової мережі. Для *дощових вод* інтервал між відбором проб на початку дощу дорівнює 5-10 хв., а в подальший період 20-30 хв. Дані про склад дощових вод одержують за результатами аналізу усередненої за період дощу проби. Проби відбирають через рівні проміжки часу, а об'єми проб, що послідовно відбираються, є пропорційними витраті дощових вод. Для *снігових вод* проби відбирають у дні сніготанення між 12 і 14 годинами з інтервалом у 30 хв.

Оцінку виносу речовин з поверхневим стоком проводять на основі орієнтовних даних про його склад і кількість. Для організованого поверхневого стоку використовують дані вимірювань витрати скидних вод і результати аналізу проб. Для неорганізованого поверхневого стоку, а також при неможливості організувати необхідні вимірювання, витрату поверхневого стоку визначають розрахунковим шляхом, а концентрації речовин у ньому приймають на підставі узагальненої кількісної характеристики кожної складової поверхневого стоку з міських територій, які наведені в таблицях 5.10, 5.11.

Таблиця 5.10

**Усереднені показники складу поверхневого стоку  
з території міста**

Показник	Концентрація стічних вод, г/м <sup>3</sup>		
	дощові води	снігові води	поливомийні води
Завислі речовини	1000 - 2000	2000 - 4000	3000 - 5000
Мінеральний склад	300	-	-
ХСК	400 - 600	750 - 1500	-
БСК <sub>5</sub>	50 - 100	100 - 300	200 (БСК <sub>повн</sub> )
Нафтопродукти	10 - 15	30 - 40	-

Склад поверхневого стоку з території промислових підприємств визначається характером основних технологічних процесів, технічним рівнем технології виробництва, ефективністю роботи систем пило- і газоуловлювання, організацією складування і транспортування сировини і відходів виробництва, санітарним станом території.

Таблиця 5.11

**Середній вміст завислих речовин у поверхневому стоці  
з території міста в залежності від її характеристики**

Характеристика водозбірною басейну	Вміст завислих речовин, г/м <sup>3</sup>	
	дощовий стік	сніговий стік
Сучасна житлова забудова	1400 – 1500	2500
Території, що недостатньо упорядковані, з переважанням садибної забудови	1800 – 2500	2000
Центральні райони міста, що упорядковані, з інтенсивним дорожнім рухом	1700 – 2200	3000
Житлова забудова з високим рівнем благоустрою і регулярним механізованим прибиранням дорожніх покриттів	300 – 1000	відсутність через прибирання і вивезення снігу
Райони, що включають крупні промислові підприємства і житлові квартали	1700 – 2500	4000
Будівельні майданчики, житлові райони на території, що піддається ерозії	4000 – 6000	-

Залежно від складу речовин, що нагромаджуються на території промислових майданчиків, і які змиваються поверхневим стоком, промислові підприємства поділяють на дві групи.

До *першої групи* відносять підприємства, поверхневий стік з території яких не містить специфічних речовин з токсичними властивостями і за своїм складом близький до дощового стоку з районів житлової забудови. До цієї групи відносять підприємств-

ва енергетики, чорної металургії (окрім коксохімічних виробництв), машинобудування, металообробні і нафтопереробні заводи, приладобудівні заводи, підприємства легкої, харчової, електротехнічної галузей промисловості.

Решта підприємств належить до *другої групи* і характеризується наявністю у поверхневому стоці зі своєї території великої кількості органічних домішок і специфічних речовин (важкі метали, феноли, флуор, роданід, арсен, аміак й ін.). Орієнтовний склад поверхневого стоку з території промислових підприємств наведений у табл. 5.12.

Таблиця 5.12

**Усереднені показники складу дощового стоку  
з території промислових підприємств**

Показник	Вміст у дощовому стоці з території підприємств	
	1-ї групи	2-ї групи
Завислі речовини, м г/дм <sup>3</sup>	500 – 2000	2000 – 4000
БСК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в перерахунку на розчинені речовини</li> <li>• з урахуванням диспергованих речовин</li> </ul>	20 – 30 40 - 60	40 - 90 80 - 180
ХСК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• в перерахунку на розчинені речовини</li> <li>• з урахуванням диспергованих речовин</li> </ul>	100 - 200 200 - 600	-
Нафтопродукти	10-30	18-25
Мінеральний склад	200 - 500	-

Об'єм дощових і снігових вод залежить від кількості атмосферних опадів і характеристик водозбірної території. Об'єм поливних і мийних вод зумовлюється прийнятою технологією миття і площею оброблюваних покриттів. Частина атмосферних опадів і вод, що утворюються після миття площ, вулиць і автодоріг, перехоплюється верхніми ярусами рослинного покриву і не досягає поверхні землі. Оподи і поливомийні води стікають по схилу місцевості у водний об'єкт, затримуючись в нерівностях рельєфу, частина їх випаровується і просочується у ґрунт.

Частина поверхневих стічних вод, що залишилася, складає загальний шар поверхневого стоку. Для обліку витрат поверхневих стічних вод на водозбірній площі використовується поняття *коефіцієнта стоку* ( $\psi$ ). Цей коефіцієнт чисельно рівний відношенню кількості води, що стікає з поверхневим стоком у водний

об'єкт з одиниці площі в одиницю часу, до кількості опадів і поливомийних вод, що потрапили на одиницю площі в одиницю часу. Величина коефіцієнта стоку для поливомийних стічних вод приймається рівною  $\psi = 0,6$ . Для дощових і снігових стічних вод ця величина залежить від характеристик поверхні водозбірної території (табл. 5.13).

Таблиця 5.13

### Значення коефіцієнтів стоку для основних типів поверхні

Вид водозбірної поверхні	Величина коефіцієнта стоку	
	дощовий стік	сніговий стік
Забудовані території	0,6	0,6
Незабудовані території	0,3	0,6
Парки, гравієві покриття	0,3	0,6
Водонепроникні поверхні	0,6 - 0,8	0,91 - 0,95
Грунтові поверхні	0,2	0,6
Газони, зелені насадження	0,1	0,2

Значення коефіцієнта стоку для водозбірного басейну розраховується як середньозважене для всієї площі за формулою:

$$\psi = \sum_s \alpha_s \psi_s, \quad (5.3)$$

де:  $\alpha_i$  – вагові коефіцієнти, рівні за величиною відношенню площі, що зайнята даним видом покриття, до загальної водозбірної площі;

$\psi_i$  – коефіцієнти стоку для різних видів покриттів.

При орієнтовних розрахунках об'єму поверхневого стоку з території невеликих міст величину коефіцієнта стоку для дощових і снігових вод приймають 0,3-0,4 і 0,5-0,7 відповідно.

Річний об'єм дощових або снігових вод розраховується:

$$W_{\lambda} = 10 \cdot \psi \cdot F \cdot H, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (5.4)$$

де:  $\psi$  – коефіцієнт стоку дощових або снігових вод;

$F$  – площа водозбірної території, га;

$H$  – шар опадів за теплий або холодний період року, мм.

Річний об'єм поливних і мийних стічних вод визначається:

$$W_{\Pi} = 10 \cdot m \cdot k \cdot \psi \cdot F, \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (5.5)$$

де:  $m$  – витрата води на миття одиниці площі, л/м<sup>2</sup>;

- $k$  – кількість мийок за рік;  
 $F$  – площа оброблюваних покриттів, га;  
 $\psi$  – коефіцієнт стоку поливомийних стічних вод.

Значення параметрів, що входять у цю формулу, визначають відповідно до нормативів, які залежать від типу покриття, виду зелених насаджень і способу їх поливу та кліматичних умов:

- на миття 1 м<sup>2</sup> площі витрачається від 1,2 до 1,5 літрів води;
- кількість мийок для умов міста – від 50 до 150 на рік;
- площа покриттів, що потребують миття, становить 20 % від усієї території міста;
- при поливанні вручну (із шлангів) удосконалених покриттів тротуарів витрата води на одне поливання – 0,4-0,5 л/м<sup>2</sup>;
- на одне поливання зелених насаджень передбачається 3-4 л/м<sup>2</sup>, газонів і квітників – 4-6 л/м<sup>2</sup>;
- коефіцієнт стоку поливомийних стічних вод  $\psi = 0,6$ .

Якщо на водозбірній території розташовані великі парки або ділянки лісових масивів, виявляється *ефект* затримання частини атмосферних опадів рослинним покривом. Розрахунок кількості затриманих атмосферних опадів проводиться по абсолютних нормах затримання, наведених у табл. 5.14.

Таблиця 5.14

### Абсолютні норми затримання атмосферних опадів деревною рослинністю

Вид рослинності	Шар затриманих атмосферних опадів Нз, мм												
	місяці												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	за рік
Листяні дерева	10	10	10	18	19	20	25	22	17	16	12	10	189
Хвойні дерева	1	1	1	4	10	11	14	12	8	6	4	2	79

Шар атмосферних опадів коригується на величину затриманих опадів з урахуванням співвідношення площ, зайнятих різними видами дерев, і усієї водозбірної площі. Об'єм дощових або снігових стічних вод визначається в цьому випадку як:

$$W_{\text{пм}} = 10 \cdot \psi \cdot F \cdot (H - H_3), \text{ м}^3/\text{год.}, \quad (5.6)$$

де:  $\psi$  – коефіцієнт стоку;

$F$  – водозбірна площа, га;

$H$  і  $H_3$  – шар опадів, що випали і затримані, відповідно, мм.

Загальний об'єм поверхневого стоку з водозбірної території за рік визначається, як сума складових:

$$W = W_D + W_C + W_{ПМ}, \quad (5.7)$$

де:  $W_D$ ,  $W_C$ ,  $W_{ПМ}$  – об'єми дощових, снігових і поливомийних стічних вод відповідно.

Сумарне значення річного виносу речовин з поверхневим стоком розраховується як:

$$G = W_D \cdot C_D + W_C \cdot C_C + W_{ПМ} \cdot C_{ПМ}, \quad (5.8)$$

де:  $C_D$ ,  $C_C$ ,  $C_{ПМ}$  – концентрації речовин у дощових, снігових і поливомийних стічних водах, відповідно, г/м<sup>3</sup>.

### **Організація стоку поверхневих вод**

*Відведення поверхневого стоку* – один із основних заходів інженерної підготовки і благоустрою міської території.

Контроль за відведенням забрудненого поверхневого стоку регламентується ДСТУ 3013-95.

Основними параметрами, які характеризують дощі в конкретних кліматичних умовах міста, є: інтенсивність, тривалість і повторюваність дощів.

Інтенсивність дощу являє собою кількість опадів, які випадають в одиницю часу. Розрізняють інтенсивність дощу за шаром і за об'ємом:

- за шаром (в лінійних одиницях)  $i = h/t$  (мм/хв);
- за об'ємом (в об'ємних одиницях)  $g = 166,7 \cdot i$  (л/с на 1га),

де:  $h$  – шар дощу, що випав, мм;  $t$  – тривалість випадіння дощу, хв.; 166,7 – перевідний коефіцієнт від лінійних одиниць вимірювання до об'ємних.

*Основні задачі організації стоку поверхневих вод* такі:

- збирання і видалення поверхневих вод з міської території,
- захист міської території від затоплення поверхневими водами, які надходять з більш високих територій до міста;
- забезпечення умов для зручної експлуатації міських територій, наземних і підземних споруд.

Існують три системи організованого відведення поверхневих вод: закрита, відкрита і змішана.



*Закрита* система водовідведення найбільш сучасна, вона відповідає високому рівню благоустрою і санітарним вимогам. Поверхневі води відводять з міської території за допомогою підземної системи трубопроводів – міської водостічної мережі (міські водостоки) або зливової каналізації. Облаштування водостічних мереж є загальноміським заходом.

*Відкрита* система водовідведення допускається в містах і селищах як перший етап благоустрою, а також при певних умовах на територіях житлових мікрорайонів і зелених насаджень в містах. Вона складається з лотків, кюветів, каналів, характеризується простотою виконання робіт і невеликими витратами будівельних матеріалів і коштів. Проте відкрита система має ряд суттєвих недоліків: порівняно малу пропускну здатність, збільшує ширину вулиці, зумовлює необхідність улаштування на усіх перехрестях вулиць і в'їздах в мікрорайони і квартали переїзних містків або прокладання водопропускних труб, зменшує безпеку руху транспорту і пішоходів, погіршує санітарний стан.

У практиці організації поверхневого стоку застосовується *змішана* система водовідведення, за якої на вулицях і у центральній частині міста улаштовують закриту водостічну мережу, а на решті територій – відкриту.

*Міські водостоки* являють собою систему, яка включає такі мережі:

- захисну (нагірну), що перехоплює поверхневий стік, який надходить до міської території;
- водозбірну (водостічну), що збирає поверхневі води з міської території;
- водовідвідну, що транспортує зібраний стік до місця скиду;
- водостічну мережу спеціального призначення, яка створюється як захід з інженерної підготовки міських територій (для перехоплення поверхневих вод з ярів, оповзневих схилів тощо).

Водостоки відіграють суттєву роль у благоустрої міста: заключення струмків у труби і колектори, які входять до загальної системи водовідведення; відведення поверхневих вод із транспортних тунелів і пішохідних переходів; організація збору талих вод; захист міських водойм від забруднення тощо.

Міські водостоки складаються із водоприймальних колодязів, сполучних гілок, водостоків або колекторів, наглядних ко-

лодязів, випусків і спеціальних споруд (перепадні колодязі, камери різного призначення і т. ін.). Випуски водостічної мережі за санітарно-гігієнічними вимогами влаштовують поза міською межею, нижче за течією річки. При значній площі зелених насаджень (сади, парки) застосовують закриту систему водовідведення. Основний принцип застосування водостоків – найменша їх протяжність при максимально повному обслуговуванні території зелених насаджень.

Організацію поверхневого водовідведення здійснюють з усіх міських територій: житлових мікрорайонів, громадських центрів, ділянок земельних насаджень (парків, садів, скверів, бульварів), вулиць та ін. З цією метою використовують відкриту і закриту водостічну систему міста, які зайняті міськими вулицями, дорогами і майданами, а також на ділянках, передбачених для будівництва будівель і споруд



### ***Контрольні питання***

1. Якими водними об'єктами представлене водне середовище міста?
2. Яке значення має вода для урбанізованих систем?
3. Зазначте джерела забруднення водних об'єктів міста.
4. Опишіть процеси, пов'язані з антропогенною дією на підземні води в містах.
5. Як класифікують споживачів води?
6. Що розуміють під якістю води?
7. Наведіть основні групи показників якості води.
8. Які вимоги ставляться до якості господарсько-питної води?
9. Що називається водопостачанням?
10. Наведіть класифікацію систем водопостачання.
11. Поясніть загальну схему водопостачання населеного пункту.
12. Наведіть класифікацію системи водопостачання промислових підприємств.
13. Охарактеризуйте основні процеси підготовки питної води.
14. Наведіть категорії стічних вод.
15. Яким чином утворюються атмосферні стічні води?
16. З якою метою вивчають склад стічних вод?

17. Які методи очистки міських стічних вод використовують?
18. З якою метою організовують відведення поверхневого стоку з території міста?
19. Які заходи використовують для охорони поверхневих і підземних вод?



### ***Література***

1. Водний кодекс України [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://dbn.at.ua/load/zakony/19-1-0-273>.
2. ГОСТ 12.1.007-76. «Система стандартів безпеки праці. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки» [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://budstandart.ua/normativ-document.tml?id\\_doc=50198](http://budstandart.ua/normativ-document.tml?id_doc=50198).
3. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.atermark.com.ua/ntd/2874-82.pdf>.
4. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування» [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://gost.at.ua/\\_ld/32/3257\\_dbn\\_vod.pdf](http://gost.at.ua/_ld/32/3257_dbn_vod.pdf).
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.antris.com.ua/Base/Quality/SANPIN.pdf>.
6. ДСанПіН № 136/1940 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://ecounit.com.ua/artikle\\_88.html](http://ecounit.com.ua/artikle_88.html).
7. ДСТУ 3013-95 Система стандартів у галузі охорони навколишнього середовища та раціонального використання ресурсів. Гідросфера. Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://ksv.do.am/publ/dstu/dstu\\_3013\\_95/3-1-0-153](http://ksv.do.am/publ/dstu/dstu_3013_95/3-1-0-153).
8. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України,

- 2002 [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/REG6691.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/REG6691.html).
9. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://otipb.at.ua/\\_ld/39/3958\\_sanpin4630.88.pdf](http://otipb.at.ua/_ld/39/3958_sanpin4630.88.pdf).
  10. Санитарные правила и нормы охраны прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://legalexpert.in.ua/standarty-i-nor-mativi/ministerstva-i-vedomstva/sanitarnie-normy/7691-sanpin-4631-88-sanitarnye-pravila-i-normy>.
  11. Гідролого-екологічний тлумачний словник / А. В. Яцик, О. Д. Антонов, М. В. Корбутяк, П. Д. Сливка ; за ред. А. В. Яцика. – К. : Урожай, 1995. – 160 с.
  12. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підруч. / А. К. Запольський. – К. : Вища шк., 2005. – 671 с.
  13. Касимов Н. С. Экология города : уч. пос. / Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин ; под общ. ред. Н. С. Касимова. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.
  14. Климчик О. М. Біотехнології : екологічні аспекти [Електронний ресурс] / О. М. Климчик, А. П. Багмет // Екологічна освіта і наука для сталого розвитку : матеріали I-го Міжнародного наук.-практ. інтернет-семінару, (30 трав. 2015 р.). – К. : МЦАС, 2015. – С. 59-61. – Режим доступу : <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/5729>.
  15. Климчик О.М. Екологічні біотехнології : конспект лекцій / О.М. Климчик. – Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – 88 с.
  16. Левківський С. С. Раціональне використання і охорона водних ресурсів : підруч. / С. С. Левківський, М. М. Падун. – К. : Либидь, 2006. – 280 с.
  17. Экология города : учебн. / под ред. Ф. В. Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.
  18. Яцык А. В. Экологические основы рационального водопользования / А. В. Яцык. – Киев: Генеза, 1997. – 628 с.

## РОЗДІЛ 6 ПОВІТРЯНЕ СЕРЕДОВИЩЕ МІСТА

---

Багато питань екології міста пов'язано з атмосферою. Серед них – походження і склад атмосфери, атмосферна циркуляція, формування кліматичних умов міста, антропогенні і природні складові теплового балансу, мезо- і мікрокліматичні особливості міського середовища, метеорологічні чинники, що впливають на процеси забруднення і розсіювання, функціональні та територіальні особливості міста. З розвитком великих міст, промисловості, енергетики і автотранспорту з'явилося нове джерело надходження речовин в атмосферу – техногенне забруднення, яке за потужністю викидів можна поставити в один ряд із сучасною вулканічною діяльністю.

Здоров'я городян багато в чому визначається станом міської атмосфери. Важливого значення набувають встановлення основних джерел забруднення атмосферного повітря міст, моніторинг за забрудненням повітря, нормування його якості, нормування викидів від промислових підприємств і автотранспорту, містобудівні, організаційні і технологічні способи боротьби із забрудненням повітря.

### **6.1. Функції атмосферного повітря у міському середовищі**

Атмосфера – зовнішня газова оболонка Землі, механічна суміш різних газів, водяної пари і твердих частинок. Сучасна атмосфера є результатом еволюції живої речовини біосфери і геофізичних процесів. Її принципова відмінність від первинної полягає у наявності кисню, що надходить за рахунок фотосинтезу.

Атмосфера регулює клімат Землі, переносить водяну пару по планеті, захищає її від приземного нагрівання й охолодження, затримує радіоактивне космічне випромінювання і потік метеоритних тіл. Атмосферне повітря необхідне для дихання живих організмів, воно є середовищем існування літаючих форм організмів і джерелом вуглекислого газу для фотосинтезу.

У повітрі є гази відносно постійного складу, а також величезна кількість так званих мінливих (слідів) газів, вміст яких може суттєво змінюватися у просторі і часі. Склад атмосфери знаходиться у стані динамічної рівноваги, що підтримується такими

кліматичними чинниками, як переміщення повітряних мас (вітер і конвекція), атмосферні опади, життєдіяльність тваринного і рослинного світів, особливо лісів і планктону світового океану, а також в результаті космічних процесів, геохімічних явищ і господарської діяльності людини.

Під впливом атмосферних опадів, сонячної радіації і в результаті перенесення повітряних мас атмосферне повітря позбавляється від сторонніх домішок. Цей процес називається *самоочищенням* атмосфери.

Атмосферне повітря міста виконує такі *функції*:

- регулює сезонні й добові коливання температури;
- містить кисень, необхідний для дихання живих організмів;
- служить джерелом енергії;
- використовується транспортними засобами;
- використовується у технологічних процесах горіння і плавки;
- є джерелом хімічної сировини для отримання кисню, азоту, інертних газів, карбону (IV) оксиду та ін.;
- є середовищем для розміщення газоподібних відходів виробництва;
- трансформує газоподібні продукти обміну речовин; газоподібні і пилоподібні відходи.

## **6.2. Мікроклімат міста**

Архітектурно-планувальні і техногенні особливості міської території сприяють формуванню *місцевого клімату*, відмінного від клімату приміської території (табл. 6.1). Створення міст з їх кам'яними і бетонними масивами, концентрацією різних джерел забруднення природного середовища сприяє утворенню особливого, *міського клімату*. Будучи специфічним кліматом урбанізованих територій, міський клімат характеризується своєрідністю термічного режиму, режиму вологості й опадів. У промислових зонах, на окремих вулицях, кварталах, площах, парках створюються свої особливі мікрокліматичні умови, що визначаються міською забудовою, наявністю промислових підприємств, ґрунтовим покривом, розподілом зелених насаджень і водойм.

На формування міського клімату здійснюють вплив:

- прямі викиди тепла і зміни режиму сонячної радіації;
- пилогазові викиди промислових підприємств і транспорту;

- зміна теплового балансу за рахунок зменшення випаровування, значної теплопровідності покриттів (дахів, стін будівель, мостових), малої проникності підстилаючої поверхні, що сприяє швидкому стоку води;

- пересіченість місцевості, що створюється міською різноповерховою забудовою;

- велика частка вертикальних поверхонь, що призводить до взаємного затінення будинків і утворення улоговинних умов на фоні рівнинного рельєфу.

Перераховані чинники діють комплексно і неоднаково в різних умовах клімату, погоди і особливостей міської території.

Таблиця 6.1

**Відмінності клімату в крупних містах і прилеглих місцевості (у середніх широтах)**

Метеорологічні чинники		У місті, порівняно з прилеглою місцевістю
Радіація загальна		на 15-20 % нижче
Ультрафіолетове випромінювання	взимку	на 30 % нижче
	влітку	на 5 % нижче
Тривалість сонячного сьйва		на 5-15 % нижче
Температура	середньорічна	на 0,5-1,0°C вище
	середня зимова	на 1-2°C вище
Тривалість опалювального сезону		на 10 % менше
Домішки	ядра конденсації і частинки	у 10 разів більше
	газові домішки	у 5-25 разів більше
Швидкість вітру	середньорічна	на 20-30 % нижче
	штормова	на 10-20 % нижче
	штилі	на 5-20 % частіше
Опади	сумарні	на 5-10 % більше
	у вигляді снігу	на 5 % менше
Число днів з опадами менше 5 мм		на 10 % більше
Кількість хмар		на 5-10 % більше
Повторюваність туманів	взимку	на 100 % більше
	влітку	на 30 % більше
Відносна вологість	взимку	на 2 % менше
	влітку	на 8 % менше
	іноді	на 11-20 % менше
Грози (частота)		у 1,5-2 рази менше

*Сонячна радіація* в умовах крупних промислових центрів є зниженою внаслідок зменшення прозорості через велику кількість пилових частинок і аерозолів. Надходження ультрафіоле-

тового проміння сильно ослаблюється внаслідок мутності атмосферного повітря і високої забудови у вузьких вулицях. З іншого боку, у місті до розсіяної радіації додається радіація, відбита стінами і мостовими. Цією обставиною обумовлено відчуття спеки і духоти, характерне для міст влітку.

Через забрудненість повітряного басейну в містах знижується ефективне випромінювання і, відповідно, нічне охолодження. Зміна радіаційного балансу, додаткове надходження тепла в атмосферу при спалюванні палива і мала витрата тепла на випаровування призводять до підвищення температури усередині міста, в порівнянні з прилеглою місцевістю.

Вказані вище чинники є причиною утворення так званого «острова тепла» над містом. Розмір «острова тепла» і його показники змінюються у часі і просторі під впливом фонових метеорологічних умов і місцевих особливостей міста. Закономірності зміни температури повітря при переході від сільської місцевості до центральної частини міста показані на рис. 6.1.

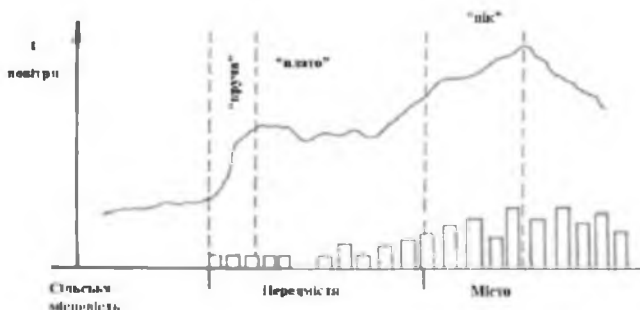
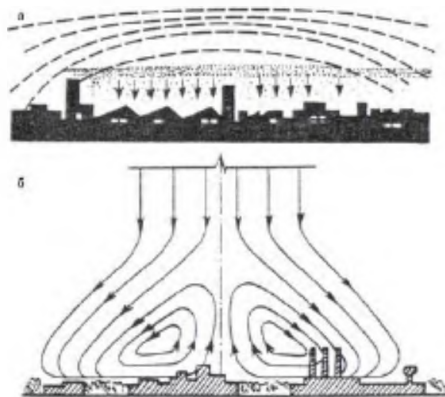


Рис. 6.1. Перетин «острова тепла» над містом

На межі розділу «місто – сільська місцевість» виникає значний горизонтальний градієнт температури, що відповідає «кручам острова тепла», який досягає іноді  $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{км}$ . Більша частина міста являє собою «плато» теплого повітря з підвищенням температури у напрямку до центру міста. Термічна однорідність «плато» порушується «розривами» загального характеру поверхні у вигляді областей холоду – парки, водоймища, луки і областей тепла – промислові підприємства, щільна забудова. Над центральною частиною великих міст розташовується «пік острова



тепла», де температура повітря максимальна (рис. 6.2). В крупній агломерації може спостерігатися декілька таких «піків», обумовлених наявністю промислових підприємств і щільною забудовою.



**Рис. 6.2. Утворення «острова тепла»**  
(за Н. С. Касимовим)

а – схема поширення промислових викидів при утворенні «острова тепла» (глибока приземна інверсія); б – циркуляція в нижньому шарі атмосфери над містом

Утворення міського «острова тепла» зумовлюється ще декількома причинами.

В містах зменшується альbedo підстилаючої поверхні (відношення відбитої радіації до сумарної) унаслідок появи на ній будівель, споруд, штучних покриттів. Велика частина елементів міської забудови (наприклад – вулиці і дороги, м'які покрівлі будівель) має більш низьке альbedo, ніж природний ландшафт. Забруднений сніговий покрив у місті також має більш низьке альbedo, у порівнянні зі сніговим покривом передмістя, а площа снігового покриву у місті менша, ніж в передмісті, за рахунок снігоприбирання і більш інтенсивного сніготанення.

Зменшення альbedo в результаті забудови території призводить до більш інтенсивного, у порівнянні з незабудованими територіями, поглинання сонячної радіації, накопичення конструкціями будівель і споруд тепла, поглиненого вдень, з його віддачею в атмосферу у вечірні і нічні години. На урбанізованих те-

риторіях різко зменшується витрата тепла на випаровування за рахунок скорочення площ з відкритим ґрунтовим покривом і зайнятих зеленими насадженнями, а швидке видалення атмосферних опадів системами дощової каналізації не дає змоги створювати запас вологи у ґрунтах і поверхневих водоймищах.

Ще один чинник утворення «острова тепла» – зміна прозорості атмосфери. Різні домішки, що надходять в атмосферне повітря від промислових підприємств і транспорту, призводять до суттєвого зменшення сумарної сонячної радіації. Ще більшою мірою вони зменшують зустрічне інфрачервоне випромінювання земної поверхні, що у поєднанні з тепловіддачею будівель і споруд призводить до появи місцевого «парникового ефекту» і розвитку над територією міст аномалій температури – місто як би «накривається» ковдрою з парникових газів і аерозольних частинок.

Міська забудова призводить до формування зон застою повітря, при малих швидкостях вітру перешкоджає турбулентному перемішуванню приземного шару атмосфери і винесенню тепла у її вищезрештовані шари. Тепловіддача забудови внаслідок погіршення умов турбулентного перемішування в приземному шарі зменшується у порівнянні з незабудованими територіями, тепло як би нагромаджується усередині забудови, викликаючи її перегрівання.

Велика аеродинамічна шорсткість підстилаючої поверхні і наявність «островів тепла» визначають особливості вітрового режиму міста.

*Вітровий режим* міста зумовлюється існуванням місцевої циркуляції. Наприклад, при слабких вітрах до 2-3 м/с біля поверхні землі може виникнути потік холодного повітря, направлено до «острова тепла», а біля вершини «острова тепла» формується потік теплого повітря у бік околиць міста. В самому місті відмінності у нагріві освітлених і затінених частин вулиць і дворів також обумовлює місцеву циркуляцію повітря. Висхідний потік утворюється над поверхнею освітлених стін, а низхідний – над затіненими стінами і частинами вулиць або дворів. Наявність водойм сприяє формуванню денної місцевої циркуляції, подібної бризам, від водойми до забудови. Одночасно така циркуляція може сприяти захопленню забруднюючих домішок.

*Швидкість вітру* в місті, як правило, знижується порівняно з відкритою територією. Проте в деяких випадках можливе посилення вітру, наприклад, в містах, розташованих на горбистій місцевості або при збігу напрямку вітру з напрямом вулиці виникає «ефект аеродинамічної труби». Зелені насадження знижують швидкість вітру і сприяють осадженню домішок.

*Вологість повітря* в крупних містах нижче, ніж на околицях, що пов'язано з підвищенням температури і загальним зниженням вмісту вологи в атмосфері над містом в результаті зменшення випаровування. Причиною цього є зниження проникності підстилаючої поверхні для опадів і створення інженерних мереж по відведенню поверхневого стоку з території міста. Найбільший контраст вологості в системі «місто – околиці» спостерігається влітку, а протягом доби – у вечірню пору.

В кліматичних зонах, де взимку випадає сніг або поверхня землі замерзає, повітря у місті може бути більш вологим за рахунок техногенних джерел пари – в межах міста спалюється велика кількість вуглеводневого пального (газ, моторне паливо), одним з кінцевих продуктів цього процесу є водяна пара. Значна кількість води, що подається на територію міста водопровідними системами, випаровується при використанні в технологічних процесах і в житловому секторі. Витоки з водогінних мереж інколи досягають 10 % від загальної водоподачі.

Вплив міста на випадання *рідких і твердих опадів* різних. Взимку відмічається зниження кількості випадання снігу до 5 %, влітку найбільшу опадів випадає над містом, але не у центрі, а на околиці. При високій вологості повітря підвищена конвективна нес-тійкість і забрудненість повітряних мас над містом сприяють ут-воренню хмарності. В процесі перетворення хмар з купчастих у потужні купчасті і купчасто-дошові відбувається їх зсув під впливом пануючого перенесення повітряних мас. Оподи випадають переважно в підвітряних районах міста і за його межами. Якщо вологість повітря недостатня для утворення хмар, потужні конвективні потоки, що утворюються над центром міста, є перешкодою для горизонтальних повітряних потоків, що надходять у навітряну частину міста. Маси повітря зазнають додаткового вимушеного підйому, внаслідок чого утворюється хмарність і випадають опад.

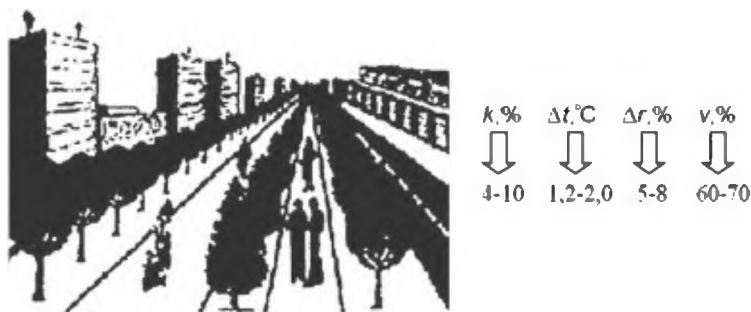
Відмінності в температурно-вологісному режимі міста і прилеглих околиць впливають і на розподіл атмосферних явищ. Так, *туманів* у місті може бути більше при послабленні швидкості вітру або значній забрудненості повітря. З підвищенням температури і пониженням відносної вологості повітря туманів у місті стає менше, ніж за містом.

Небезпека туманів для міських умов полягає в тому, що краплі туману розчиняють забруднюючі речовини, що знаходяться у атмосфері. Взаємодіючи одна з одною, та під дією сонячної радіації вони утворюють хімічні сполуки, складніші і небезпечніші для здоров'я населення і рослин, ніж вихідні забруднювачі атмосферного повітря (наприклад утворення кислот в результаті взаємодії оксидів Нітрогену і Сульфуру з водяною парою).

З урахуванням кліматичних умов міста і умов природно-кліматичної зони, проводять заходи щодо *поліпшення* міського клімату, які можна об'єднати у такі групи:

- заходи щодо регулювання швидкості вітру і вентиляції міста (планування міської забудови і вулиць, орієнтація будівель, створення деревно-чагарникових і трав'янистих насаджень різного типу (рис. 6.3), систем водойм і т. ін.);
- заходи щодо зменшення втрат тепла будівлями (конструкція вікон, орієнтація будівель, планувальні рішення, що стосуються взаємного розташування будівель і груп зелених насаджень);
- заходи щодо регулювання відносної вологості повітря (створення водойм і водотоків, збільшення площі поверхні з природним проникним покривом, поливання зелених насаджень, миття вулиць і площ і т. ін.);
- заходи щодо боротьби із забрудненням повітряного басейну шляхом: розташування забруднюючих об'єктів поза міською межею або у підвітряній частині міст; створення високих димарів (до 250 м), що сприяє кращому розсіюванню димішок; ефективного використання газоочисного устаткування; переходу на менш токсичні види палива, використання більш економічних установок для спалювання палива; регулювання або припинення викидів шкідливих речовин при несприятливих метеоумовах; переходу на безвідходні або замкнуті цикли виробництва; запобігання пилення в промисловості, будівництві, транспорті;
- заходи щодо регулювання надходження сонячної радіації

(планування вулиць і кварталів, створення зелених насаджень, використання різнорівневої забудови, фарбування стін і дахів, конструкція будівель і їх елементів і т. ін.).



**Рис. 6.3. Мікрокліматична ефективність протяжних елементів системи озеленення (за Н. С. Касимовим)**

$k$  – коефіцієнт пропускання сонячної радіації, %;  $\Delta t$  – зниження температури повітря,  $^\circ\text{C}$ ;  $\Delta r$  – підвищення вологості повітря, %;  $v$  – зниження швидкості вітру, %.

Задля досягнення найбільшої ефективності зазначені заходи потрібно використовувати інтегровано.

### **6.3. Джерела забруднення повітря міста**

Приземний шар тропосфери, так званий діяльний шар, найбільшою мірою зазнає антропогенної дії, основним видом якої є хімічне і теплове забруднення повітря. Антропогенні чинники дії на атмосферу за своїми розмірами не співставні з глобальними атмосферними процесами, однак можуть виявитися надзвичайно інтенсивними у більш мілкому масштабі.

*Забруднення атмосфери* – це будь-які несприятливі зміни її стану, викликані зміною складу атмосфери в результаті надходження до неї різних домішок (газів, твердих або рідких частинок) в результаті природних процесів або діяльності людини, які безпосередньо чи опосередковано змінюють розподіл енергії, рівень радіації, фізико-хімічні властивості атмосфери та умови існування живих організмів.

*Домішки в атмосфері* – це розсіяні у атмосфері речовини, що не містяться у її постійному складі.

*Перетворення домішок в атмосфері* – процес, при якому домішки в атмосфері піддаються фізичним і хімічним змінам під впливом природних і антропогенних чинників, а також в результаті взаємодії між собою. Оскільки домішки в атмосфері можуть зазнавати перетворень, їх поділяють на первинні і вторинні.

*Первинна домішка в атмосфері* – домішка, що зберегла за даний інтервал часу свої фізичні і хімічні властивості.

*Вторинна домішка в атмосфері* – це домішка в атмосфері, що утворилася в результаті перетворення первинних домішок.

*Забруднююча повітря речовина (ЗР)* – це домішка у атмосфері, що здійснює несприятливу дію на навколишнє середовище і здоров'я населення. Забруднювачі атмосфери – це чужорідні для атмосфери речовини (ксенобіотики), які порушують якість повітряного середовища.

*Порушення якості повітря* – це накопичення у повітрі хімічних сполук і речовин в концентраціях, які перевищують встановлені нормативи, що призводить до погіршення життєвих умов, внаслідок чого можуть виникати необоротні порушення у функціонуванні організмів, екосистем і біосфери в цілому.

Речовини, що забруднюють атмосферу, бувають *твердими, рідкими і газоподібними* і можуть чинити шкідливу дію безпосередньо, після хімічних перетворень у атмосфері або спільно з ін. речовинами, викликаючи у ряді випадків синергетичний ефект (ефект дії речовин при їх одночасному знаходженні в повітрі).

Ступінь змін і масштаб наслідків атмосферного забруднення залежить від інтенсивності і характеру самого забруднення та від стійкості атмосферного повітря до антропогенного навантаження.

*Рівень забруднення* визначається такими трьома факторами:

- інтенсивність надходження забруднювачів у повітря;
- об'єм простору, у якому вони розсіюються;
- механізми вилучення забруднювачів з атмосфери.

За дією на організм людини забруднення атмосфери поділяють на *фізичне і хімічне*. До фізичного відносять: радіоактивне і електромагнітне випромінювання, шум, теплову дію. До хімічного – наявність шкідливих хімічних речовин і їх сполук.

Викиди ЗР характеризують за *чотирма ознакам*: за агрегатним станом, хімічним складом, розміром частинок і масовою витратою викинутої речовини. ЗР викидаються у атмосферу у

вигляді суміші пилу, диму, туману, пари і газоподібних речовин.

Джерела викидів у атмосферу поділяють на природні, обумовлені природними процесами, і антропогенні, що є результатом діяльності людини.

До *природних* джерел забруднення атмосферного повітря відносять виверження вулканів, пилові бурі, степові і лісові пожежі, масиви зелених насаджень у період цвітіння.

Домішки, що виділяються природними джерелами:

- пил рослинного, вулканічного, космічного походження, продукти ерозії ґрунту, частинки морської солі;
- тумани, дим і гази від лісових і степових пожеж;
- гази вулканічного походження;
- продукти рослинного, тваринного, бактерійного (мікробіологічного) походження (органічний пил).

Природні джерела зазвичай бувають площинними (розподіленими), діють порівняно короткочасно із певною періодичністю. Рівень забруднення атмосфери цими джерелами є фоновим, мало змінюється з часом і не завдає великої шкоди людині, оскільки відбувається за певними екологічними законами і регулюється кругообігом речовин.

*Антропогенні (техногенні)* джерела забруднення атмосферного повітря, представлені викидами промислових підприємств і автотранспорту, є численними і різноманітними (рис. 6.4).

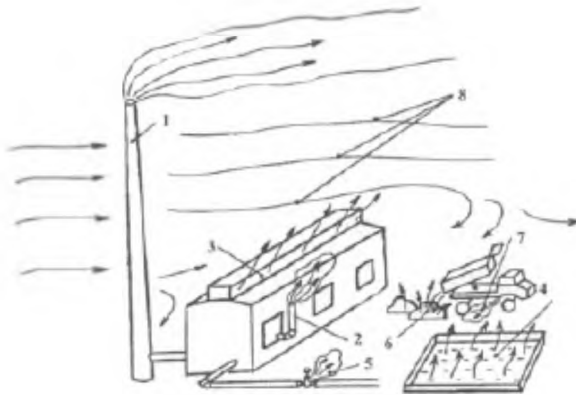
За місцем *утворення* забруднювачі атмосферного повітря населених місць поділяють на *місцеві* (міські підприємства), розташовані на території країни, і *зовнішні* джерела, що зумовлюють так зване трансграничне забруднення території.

Джерела викидів промислових підприємств бувають *стаціонарними* (джерела 1–6), коли координата джерела викиду не змінюється в часі, і *пересувними* (джерело 7 – автотранспорт).

Джерела викидів в атмосферу поділяють на: *точкові*, *лінійні* і *площинні*. Кожне з них може бути затіненим і незатіненим.

*Точкові джерела* (на рис. 6.1 – 1, 2, 5, 7) – це джерела, забруднення від яких зосереджені в одному місці. До них належать димарі, вентиляційні шахти, дахові вентилятори.

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



*Рис. 6.4. Джерела забруднення атмосфери*

1 – високий димар; 2 – низький димар; 3 – аераційний ліхтар цеху; 4 – випаровування з поверхні басейну; 5 – витоки через нещільність устаткування; 6 – пилення при розвантаженні сипких матеріалів; 7 – вихлопна труба автомобіля; 8 – напрямок руху потоків повітря

*Площинні джерела.* Забруднення, що тут виділяються, розосереджені по поверхні. Площинними джерелами є: промислові майданчики підприємства, місця складування виробничих і побутових відходів, автостоянки, склади паливно-мастильних матеріалів, полігони твердих побутових відходів (4, 6).

*Незатінені* або високі, джерела розташовані у недеформованому потоці вітру. Це димарі (1) й ін. джерела, що викидають забруднення на висоту, яка перевищує 2,5 висоти розташованих поблизу будівель й ін. перешкод. *Затінені* джерела (2–7) розташовані в зоні підпору або аеродинамічної тіні будівлі чи ін. перешкоди.

Джерела викидів ЗР в атмосферу поділяють на організовані і неорганізовані. Із *організованого джерела* (1, 2, 7) ЗР надходять у атмосферу через спеціально споруджені газоходи, повітроводи і труби. *Неорганізоване джерело* виділення ЗР (5, 6) утворюється в результаті порушення герметичності устаткування, відсутності або незадовільної роботи устаткування по відсмоктуванню пилу і газів, в місцях завантаження, вивантаження або зберігання сипкого продукту. До неорганізованих джерел відносять автостоянки, склади паливно-мастильних або сипких матеріалів й



ін. площинні джерела.

За будовою та характером впливу на атмосферу штучні джерела забруднення умовно поділяють на технічні (пил цементних заводів, дим і сажа від згоряння вугілля) та хімічні (пило- або газоподібні речовини, які можуть вступати у хімічні реакції).

### ***Забруднювачі, що надходять від техногенних джерел***

Біля поверхні Землі повітря має різні домішки, у містах воно містить до 40 інгредієнтів, не властивих природному повітряному середовищу. У одному м<sup>3</sup> повітря промислового міста міститься від 10 до 10 000 найдрібніших частинок, у горах і сільській місцевості – близько 5 тисяч.

Викиди, що містять домішки у вигляді частинок пилу, диму, туману або пари, які знаходяться в атмосфері у завислому стані, називаються *аерозолями*. Загальне число різновидів забруднюючих атмосферу аерозолів становить декілька сотень.

Тверді компоненти аерозолів техногенного походження – це продукти діяльності теплових електростанцій, збагачувальних фабрик, металургійних, магнезитових, цементних і сажових заводів. Ці компоненти дуже небезпечні для живих організмів, у людей вони викликають специфічні захворювання.

Розрізняють *пасивні* та *активні аерозолі*, в залежності від їх дії на організм людини. Пасивні аерозолі акумулюються на стінках органів дихання і можуть викликати ряд захворювань при певних концентраціях. Активні аерозолі залучаються до процесу кровообігу і є більш небезпечними для людського організму, оскільки можуть викликати різноманітні захворювання, потрапляючи в клітини організму людини.

Дуже шкідливим аерозольним забруднювачем атмосфери є органічний пил, що містить у собі аліфатичні й ароматичні вуглеводні, солі кислот. Він утворюється при спалюванні залишкових нафтопродуктів, у процесі піролізу на нафтопереробних, нафтохімічних та інших подібних підприємствах.

У атмосфері аерозольні забруднення можуть знаходитись у вигляді диму, туману, імлі або серпанка. За певних погодних умов у приземних шарах атмосфери відбуваються особливо значні скупчення газоподібних і аерозольних домішок – смогів, які за своєю фізіологічною дією на органи дихання і кровоносну систему є вкрай небезпечними.

*Рідкі ЗР* утворюються при конденсації пари, розпиленні або розливі рідин, в результаті хімічних або фотохімічних реакцій. Залежно від точки плавлення сконденсована пара за низьких температур може переходити у тверді частинки.

*Газоподібні ЗР* утворюються в результаті хімічних реакцій окислення, відновлення (наприклад, виробництво коксу, соляної кислоти з хлору і водню, аміаку з атмосферного азоту й кисню), заміщення. Потужним джерелом газоподібних сполук є хімічні реакції розкладання (виробництво фосфорних добрив), електрохімічні процеси (виробництво алюмінію), випалення руд і нерудної мінеральної сировини (кольорова металургія, виробництво цементу), а також процеси електролізу, випарювання, дистиляції.

Найбільшу частину газоподібних викидів складають продукти окиснення, що утворилися в процесі горіння. При окисненні карбону утворюється CO і CO<sub>2</sub>, при окисненні сірки – SO<sub>2</sub>, азоту – NO і NO<sub>2</sub>. При неповному згорянні в результаті неповного окислення утворюються альдегіди або органічні кислоти.

Зі всієї маси ЗР, що надходять в атмосферу від антропогенних джерел, близько 90 % складають газоподібні, 10 % – тверді і рідкі речовини. Найпоширенішими ЗР, що надходять у атмосферне повітря від техногенних джерел, є: пил, карбон (II) оксид, сульфур (IV) оксид, оксиди нітрогену, вуглеводні.

*Пил* (тонкодисперсні тверді частинки розміром менше 1,0 мкм), що міститься в атмосфері, класифікується за часом і процесами його утворення:

- первинне пилення – пил, що утворюється в результаті будь-якого природного або антропогенного процесу і викидається в атмосферу;
- вторинне пилення – пил, що утворюється в атмосфері із рідких або газоподібних речовин, які містяться в атмосфері, в результаті хімічних або фізичних перетворень;
- поверхневе пилення – перехід пилу, що сформувався на поверхні землі, в атмосферу.

Антропогенні джерела первинного пилоутворення виникають в результаті таких процесів:

- вибухові роботи;
- розрівнювання території;
- транспортування сипких матеріалів (навантажування, розван-

тажування, просіювання, перемішування, розподіл за фракціями);

- механічна обробка матеріалів (дроблення, помел, шліфування, різання);
- теплові процеси і процеси горіння (сушка, прожарювання, спалювання, плавлення);
- знос і руйнування речовин (гальмівні колодки автомобіля, абразивне коло заточувального верстата).

Розмір порошинок коливається від сотих часток до декількох десятків мкм. Середній розмір частинок пилу в атмосферному повітрі становить 7-8 мкм. Пил здійснює шкідливу дію на людину, рослинний і тваринний світ, поглинає сонячну радіацію і тим самим впливає на термічний режим атмосфери і земної поверхні. Частинки пилу служать ядрами конденсації при утворенні хмар і туманів.

Основні джерела утворення пилу:

- автотранспорт;
- виробництво будівельних матеріалів (цементу, цегли);
- теплові електростанції, які працюють на твердому паливі (зола і сажа);
- чорна і кольорова металургія (оксиди заліза, марганцю, алюмінію, магнею, частинки Al, Cu, Zn);
- машинобудівні і металообробні виробництва (пил металевий, оксиди заліза, фосфору і ряду інших елементів);
- нафтохімічні підприємства (пил токсичний і вибухонебезпечний);
- місця складування побутових і виробничих відходів.

Промисловий пил наносить значну шкоду – погано пропускає ультрафіолетову радіацію, перешкоджає самоочищенню атмосфери, засмічує слизові оболонки дихальних та зорових органів, подразнює шкіру, є переносником бактерій і вірусів, призводить до онкологічних захворювань. У деяких промислових містах за добу випадає більше однієї тони пилу на км<sup>2</sup> території. Основна маса пилу вимивається з атмосфери опадами.

Атмосферне повітря населених пунктів постійно забруднюється і за всіма параметрами докорінно відрізняється від природного повітря. Сьогодні у містах багатьох країн забруднення повітря у 15 разів вище, ніж у сільській місцевості й у 150 разів вище, ніж над океаном.

Забруднення атмосфери призводить до руйнування будівель і споруд, що є наслідком дії абразивів (твердих частинок) та корозії. Найбільш негативно забруднення впливає на живі організми – вони уражаються як прямо, так і опосередковано. У забруднених районах різко підвищується ймовірність різних захворювань.

#### 6.4. Процеси формування складу повітря у населеному пункті

В великих містах, зокрема у промислових центрах, формується свій мікроклімат, істотно змінюються аеродинамічні, радіаційні, термічні і вологісні характеристики атмосфери. Ступінь забруднення атмосферного повітря залежить також від висоти викиду газоповітряної суміші.

За наявності вітрового потоку, спрямованого на будівлі промислових підприємств, над дахами і за будівлями утворюється область зниженого тиску, яка називається зоною *аеродинамічної тіні* (рис. 6.5). У середині цієї зони виникає циркуляція повітря, у результаті чого до неї зтягується пил і газові викиди. Для зменшення приземних концентрацій шкідливих речовин усі організовані викиди направляють вище від цієї зони.

*Факельний викид* шкідливих речовин полягає у тому, що струмінь викиду за підвищеного тиску спрямовують угору зі швидкістю 15-40 м/с, при цьому струмінь досягає висоти 60 м і більше, що забезпечує краще розсіювання забруднюючих речовин і зниження їх концентрації до допустимої.

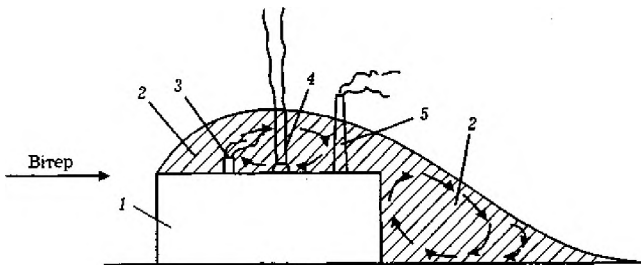
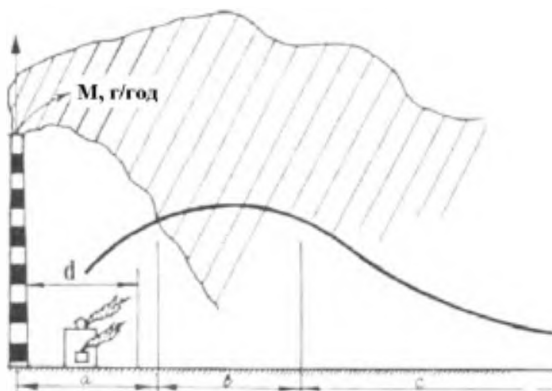


Рис. 6.5. Розподіл викидів у зоні аеродинамічної тіні

1 – промислова будівля; 2 – зона аеродинамічної тіні; 3 – джерело викиду в зону аеродинамічної тіні; 4 – факельний викид; 5 – джерело викиду вище зони аеродинамічної тіні

### ***Розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері***

Розсіювання в атмосфері ЗР, що викидаються із димарів і вентиляційного обладнання, підкоряється законам турбулентної дифузії. На процес їх розсіювання істотний вплив здійснюють такі чинники: склад атмосфери, фізичні і хімічні властивості речовин, що викидаються, висота і діаметр джерела викидів, їх розташування, рельєф місцевості. Розподіл концентрації забруднюючих речовин у атмосфері під факелом точкового джерела наведено на рис. 6.6.



**Рис. 6.6. Розподіл концентрації забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери під факелом точкового джерела**

*a* – зона перекидання факела; *b* – зона задимлення; *c* – зона поступового зниження рівня забруднення; *d* – зона забруднення неорганізованими викидами

Зі збільшенням відстані від труби у напрямку поширення промислових викидів концентрація забруднювачів у приземному шарі атмосфери спочатку зростає, досягає максимуму і потім повільно спадає – наявні три зони неоднакового забруднення атмосфери: зона перекидання факела викидів, що характеризується відносно невисоким вмістом шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери; зона задимлення – зона максимального вмісту шкідливих речовин і зона поступового зниження рівня забруднення.

*У середині зони перекидання факела високі концентрації ЗР*

мають місце за рахунок неорганізованих викидів.

*Зона задимлення* є найбільш небезпечною і не повинна потрапляти на територію селитебної забудови. Розміри цієї зони, залежно від метеоумов, знаходяться в межах 10-50 висот димаря.

В основу регламентації розрахункового розсіювання викидів промислових підприємств у атмосфері і визначення приземних концентрацій шкідливих речовин закладено, що величина найбільшої концентрації кожної шкідливої речовини у приземному шарі атмосфери не повинна перевищувати максимальну разову ГДК даної шкідливої речовини в атмосферному повітрі. За одночасної наявності у повітрі декількох речовин, що мають адитивні властивості, ця умова повинна виконуватися для кожної точки місцевості.

Розсіювання у атмосфері газоподібних домішок і дрібнодисперсних твердих частинок (діаметром менше 10 мкм), що мають незначну швидкість осадження, підкоряється одним і тим же законамирностям. Для більш крупних частинок пилу ця закономірність порушується, оскільки швидкість їх осадження під дією сили тяжіння зростає.

### ***Вплив кліматичних умов на розсіювання домішок у атмосфері***

Одним із шляхів ефективної боротьби із забрудненням повітряного басейну населених пунктів є врахування особливостей *метеорологічного режиму*. Метеоумови здійснюють істотний вплив на перенесення і розсіювання домішок в атмосфері. Найбільше впливають режим вітру і температури (температурна стратифікація), опади, тумани, сонячна радіація.

Між концентрацією ЗР у повітрі і *температурою* атмосферного повітря існує обернена залежність. Так, зі зниженням температури вміст таких речовин, як сажа, сульфур (IV) оксид, пил, збільшується. Концентрація речовин, що забруднюють атмосферне повітря, залежить також від *атмосферного тиску*: з підвищенням тиску вміст шкідливих речовин у повітрі збільшується.

Велике значення має *вологість* повітря. Водяна пара конденсується на поверхні різних речовин, що забруднюють повітря, внаслідок чого утворюються тумани. За таких умов значно збільшується концентрація токсичних речовин у нижніх шарах атмосфери.

*Вітер* може чинити різний вплив на процес розсіювання, домішок залежно від типу джерела і характеристики викидів. Якщо гази, що відходять, перегріті відносно довколишнього повітря, то вони мають початкову висоту підйому. У зв'язку з цим поблизу джерела створюється поле вертикальних швидкостей, що сприяють підйому факела і віднесенню домішок вгору. Цей підйом зумовлює зменшення концентрацій домішок біля землі. Концентрація убуває і при дуже сильних вітрах, що відбувається за рахунок швидкого перенесення забруднюючих речовин в горизонтальному напрямку. В результаті найбільші концентрації домішок в приземному шарі формуються при деякій швидкості, яку називають «небезпечна».

При низьких або холодних джерелах викидів підвищений рівень забруднення повітря спостерігається при слабких вітрах ( $v \geq 0-1$  м/с) внаслідок скупчення домішок у приземному шарі. Прямий вплив на забруднення повітря у місті здійснює напрямок вітру. Істотне збільшення концентрації домішок спостерігається тоді, коли переважають вітри з боку промислових об'єктів.

Якщо температура довколишнього повітря знижується з висотою, нагріті струмені повітря підіймаються угору (конвекція), а замість них опускаються холодні. Такі умови називаються *конвективними*. Якщо вертикальний градієнт температури буде від'ємним (температура зростає з висотою), то потік, що вертикально підіймається, стає холодніше довколишніх мас і його рух затухає. Такі умови називаються *інверсійними*.

У разі, коли підвищення температури починається безпосередньо від поверхні землі, інверсію називають приземною, якщо ж з деякої висоти над поверхнею землі – піднятою. Інверсії утруднюють вертикальний повітрообмін і розсіювання домішок у атмосфері, у нижніх шарах нагромаджуються водяна пара, пил, газоподібні речовини, сприяючи утворенню шарів серпанку і туману, у тому числі – смогу. Для стану атмосфери у містах найбільшу небезпеку являє приземна інверсія у поєднанні із слабкими вітрами, тобто ситуація «застою повітря».

*Тумани* на вміст ЗР у атмосфері впливають наступним чином. Краплі туману поглинають домішки, причому не лише поблизу підстилаючої поверхні, але і з вищерозміщених, найзабрудненіших шарів повітря. Внаслідок цього концентрація ЗР

істотно зростає у шарі туману і зменшується над ним. Так, розчинення сірчистого газу в краплях туману призводить до утворення сірчаної кислоти.

*Опади* очищують повітря від домішок. Після тривалих інтенсивних опадів високі концентрації домішок у атмосфері практично не спостерігаються.

*Сонячна радіація* зумовлює фотохімічні реакції у атмосфері з утворенням різних вторинних продуктів, що мають часто більш токсичні властивості, ніж речовини, що надходять від джерел викидів (наприклад, таким чином відбувається окиснення сірчистого газу із утворенням сульфатних аерозолів).

### **6.5. Смоги**

*Смог* (буквально «димовий туман») – атмосферне явище, що настає при збігу певних метеорологічних умов і високому ступені забрудненості повітряного басейну. Смог – це аерозоль, що складається з диму, туману і пилу, один із видів забруднення повітря у великих містах і промислових центрах. Він становить велику небезпеку для всієї біосфери.

Виділяють три шари смогу:

- нижній, розміщений у приземних шарах повітря. Він утворюється в основному від вихлопних газів транспорту та перерозподілу пилу, піднятого у повітря;
- другий шар утворюється внаслідок викидів від опалювальних систем, розташовується на висоті близько 20-30 м над поверхнею землі;
- третій розміщується на висоті 50-100 м і більше, утворюється, в основному, внаслідок викидів промислових підприємств.

Виділяють такі види смогів: сухий або фотохімічний (лос-анджелеського типу), вологий (лондонського типу); крижаний (аляського типу);

*Фотохімічний смог* утворюється в ясну сонячну погоду, при низькій вологості повітря, температурі вище +30 °С, повній відсутності вітру і високій забрудненості повітря. При фотохімічному смогу спостерігається поява блакитного серпанку або білуватого туману і пов'язане з цим погіршення видимості.

Вперше фотохімічний смог проявився у Лос-Анджелесі. Цьому сприяли насиченість району підприємствами хімічної, наф-



тохімічної, металургійної, харчової промисловості й автотранспортом, високий рівень ультрафіолетової радіації (УФР) протягом усього року, велика повторюваність інверсій (близько 260 днів на рік), що перешкоджають перемішуванню повітря у приземному шарі атмосфери, переважання малих швидкостей вітру, розташування міста у невеликій западині рельєфу. Дослідження атмосферного повітря у Лос-Анджелесі під час фотохімічного смогу показали, що концентрація  $O_3$  майже у 20 разів перевищувала його максимальне значення у хвойних лісах і на морських узбережжях.

Фотохімічний смог – це значне забруднення атмосферного повітря продуктами фотохімічних реакцій, які утворюються внаслідок взаємодії різноманітних інгредієнтів викидів автотранспорту та промисловості при їхньому опроміненні УФР. Багато реакцій, що відбуваються у цьому випадку, сприяють створенню значно більш токсичних речовин, ніж початкові компоненти викидів. При цьому з домішками в атмосфері відбуваються такі перетворення: фотоліз (розкладання під дією світла), озоноліз (розкладання озonom, гідроліз (розкладання парою води), піроліз (розкладання нагріванням), окислення (реакції з киснем). При фотохімічних смогах утворюється велика кількість різноманітних фотооксидантів – озон і озонид карбону, органічні пероксиди, нітрати, нітрити, пероксиацил-нітрати (ПАН), оксиди нітрогену, карбону, вуглеводні, альдегіди, кетони, феноли тощо.

Існує висока кореляція між ростом фотооксидантів у атмосфері і початком руху автотранспорту. Наразі автотранспорт і сучасна промисловість поставляють таку кількість фотооксидатів, що можна говорити про потенційну можливість утворення фотохімічних смогів у будь-якому місті. Проте фотохімічні смоги утворюються не скрізь. Вирішальним є надходження природної УФР у сполученні з небезпечними метеорологічними умовами, що сприяють досягненню концентрацій фотооксидантів у приземному шарі до розвитку в них фотохімічних реакцій. У результаті над містом утворюється жовто-синя мла, різко зменшується видимість.

Смог досить токсичний. Інтенсивний смог викликає алергічні реакції, подразнення органів чуття і слизової оболонки, напади бронхіальної астми, може викликати масові отруєння, спри-

чинює загибель рослин, діє, як окислювач (посилило корозію металів, призводять до розтріскування гуми), зумовлює пошкодження будівель і споруд.

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

*Вологий смог* (димовий смог лондонського типу) формується при вологості повітря близько 100 %, температурі 0°C, тривалій штильовій погоді і високій концентрації продуктів згоряння твердого і рідкого палива (SO<sub>2</sub>, сажа С, NO<sub>x</sub> і CO). Частіше спостерігається в осінньо-зимовий період, характерний для помірних широт з вологим морським кліматом.

Смог отримав свою назву після катастрофи, що відбулася у столиці Великої Британії у грудні 1952 р., пов'язаної з високою забрудненістю повітря і тривалим штилем протягом двох тижнів. У цей період різко підвищилося число легеневих і серцево-судинних захворювань, смертність збільшилася більш, ніж у 10 разів (померло близько 4 000 людей). Подібні ситуації повторювалися у грудні 1956 і січні 1957 р. Завдяки вжитим заходам по обмеженню пилогазових викидів (прийняття урядом Великої Британії спеціального Закону про чисте повітря) рівень забруднення атмосферного повітря у Лондоні значно знизився. Так, у період 1952-1970 рр. викиди сажі при опаленні житлових будинків зменшилися зі 130 до 10 тис. т на рік, а від промислових підприємств – від 50 до 5 тис. т на рік. Сильний туман, який висів над Лондоном протягом двох тижнів у грудні 1972 р., цього разу не мав таких серйозних наслідків для населення.

Димові смоги являють собою суміш туману і диму, що утворився в результаті викидів у атмосферу при спалюванні палива, роботи хімічних підприємств. При туманах або стані атмосфери, близькому до насичення повітря водяною парою, димові викиди зменшують видимість і сприяють конденсації атмосферної вологи.

Техногенні викиди, що містять розчинні гази (наприклад сірчистий) і гігроскопічні аерозолі, розчиняються у тумані. Туман, який абсорбував оксиди нітрогену, сульфору та ін., складається з крапель не води, а різноманітних кислот. Він має велику токсичність. Зазвичай, це спостерігається при уповільненому повітрообміні, що перешкоджає розвитку турбулентної дифузії і створює небезпечні метеорологічні умови. Утворенню димових смо-

гів сприяють позитивні температури повітря, наявність великого числа низьких викидів, що утворюються при значній кількості автотранспорту, а також при пічному опаленні приватних будинків і спалюванні вугілля з високим вмістом сульфуру.

Смог типу лондонського характерний для Маріуполя, Одеси й ін. приморських міст.

*Крижаний смог* характерний для міст, розташованих у високих (північних) широтах. Він утворюється при антициклонах, температурах нижче  $-30^{\circ}\text{C}$ , повному штилі, високій вологості повітря і наявності потужних джерел забруднення атмосфери. При низькій температурі краплини водяної пари перетворюються на кристали льоду (розміром 5-10 мкм) і зависають у повітрі у вигляді густого білого туману, видимість зменшується до 8-10 м. На кристаликах льоду адсорбуються частинки і молекули пилових викидів і аерозолів. Під дією сили гравітації, кристалики льоду опускаються у приземний шар. Дихання в такому тумані стає неможливим. Для України крижаний смог не характерний.

#### ***Методи боротьби зі смогом***

На міському рівні, боротьба зі смогом полягає у прийнятті законодавчих заходів, які зобов'язують промислові підприємства строго контролювати викиди шкідливих речовин у атмосферу, зменшити сумарні викиди від автомобілів, шляхом обмеження їх знаходження у місті. Наразі основними методами зниження забруднення атмосфери, у т. ч. кислотоутворюючими викидами, є розробка і впровадження різноманітних очисних споруд і правовий захист атмосфери.

### **6.6. Захист повітряного басейну міста**

Захист повітряного басейну від шкідливих викидів – це складна, комплексна проблема. Сучасна практика охорони атмосферного повітря міського середовища включає такі підходи:

- розробка відповідних законодавчих актів;
- раціональне планування міської забудови;
- раціональне розміщення джерел забруднень;
- розташування промислових підприємств з урахуванням топографії місцевості і метеоумов;
- винесення промислових підприємств з крупних міст в малонаселені райони з непридатними і малоприсаєднаними для сільсь-

когосподарського використання землями;

- архітектурно-планувальні рішення;
- створення СЗЗ довкола джерел забруднення;
- інженерно-організаційні заходи – переведення підприємств на альтернативні види палива, конструювання високих димарів;
- технічні засоби і технології очищення від шкідливих речовин викидів, що надходять від промислових підприємств і об'єктів теплоенергетики;
- екологізація і удосконалення технологічних процесів, запровадження маловідходних і безвідходних технологій;
- заходи по зниженню вихлопних газів автотранспорту й інших видів транспорту;
- державний контроль забруднення, стану і охорони атмосферного повітря.

#### ***Створення санітарно-захисних зон***

Відповідно до санітарних норм проектування промислових підприємств виробництва, технологічні процеси яких супроводжуються шкідливими викидами, відокремлюються від житлових районів СЗЗ (розривами) (див. розділ 3). Проектування і озеленення СЗЗ здійснюється з урахуванням характеру промислових забруднень, а також місцевих природно-кліматичних і топографічних умов. Їх улаштовують з підвітряного боку підприємств і засаджують пигозостійкими деревами і чагарниками.

СЗЗ може бути збільшена (не більше ніж утричі) за умов:

- відсутність ефективних способів очистки викидів;
- використання неефективних методів очистки викидів;
- необхідності розміщення житлової зони з підвітряного боку відносно до підприємства, у зоні можливого забруднення атмосфери;
- залежно від рози вітрів та ін. несприятливих метеорологічних умов (часті штилі, тумани та ін.);
- будівництво нових, ще недостатньо вивчених у санітарному відношенні підприємств.

Розміри СЗЗ перевіряють розрахунком обсягів забруднення атмосфери пилогозовими викидами, відповідно до вимог, з урахуванням перспективи розвитку підприємства і фактичного забруднення атмосферного повітря. При уточненні ці розміри можуть виявитися більше або менше за нормативні. У разі, коли

розрахунковий розмір СЗЗ більше за нормативний, то вживаються заходи для зниження обсягу пилогазових викидів або розмір СЗЗ встановлюється відповідно до розрахункового.

Ділянки під забудову об'єктів, що розміщуються на території СЗЗ, відводять у місцях, в яких за умовами закономірності розповсюдження виробничих викидів забезпечується якнайменший ступінь забруднення приземного шару атмосфери.

#### *Архітектурно-планувальні заходи*

Планувальні заходи визначають доцільне розташування житлових масивів відносно джерел викидів у атмосферу.

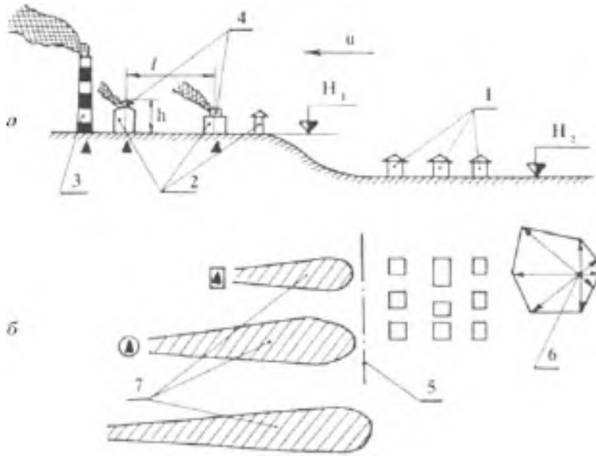
До архітектурно-планувальних відносять заходи, пов'язані з вибором майданчика для будівництва промислового підприємства, взаємним розташуванням підприємства і житлових кварталів, взаємним розташуванням цехів підприємства, улаштуванням зелених зон.

Взаємне розташування підприємств і населених пунктів визначається по середній розі вітрів теплого періоду року, тобто з урахуванням напрямку превалюючих вітрів. Джерела забруднення атмосфери слід розташовувати за межею населених пунктів і з підвітряної сторони від житлових масивів, щоб викиди відносилися убік від житлових кварталів. Промисловий об'єкт повинен бути розташований на рівному, підвищеному (вище рівня житлового масиву), добре провітрюваному місці, для виключення застою забрудненого повітря і забезпечення розсіювання шкідливих речовин до рівня ГДК (рис. 6.7).

Територія житлової забудови має знаходитись нижче за підприємство ( $H_2 < H_1$ ), в ін. випадку перевага високих труб для розсіювання шкідливих викидів зводиться нанівець.

Відстань між виробничими будівлями при видаленні шкідливих речовин через аераційні ліхтарі повинна бути більше 8-ми висот найближчої будівлі, якщо вона широка ( $l > 8h$ ), і 10-ти, якщо вона вузька ( $l > 10h$ ). В цьому випадку забруднюючі речовини не нагромаджуватимуться у міжкорпусній зоні.

Цехи, що виділяють найбільшу кількість забруднюючих речовин, розташовують на межі виробничої території із сторони, протилежної житловому масиву. Розташування цехів повинне бути таким, щоби при напрямку вітру у бік житлових кварталів їх викиди не об'єднувалися.



**Рис. 6.7. Приклад розміщення промислового об'єкта**  
(за В. Ф. Стольбергом)

*a* – розріз; *b* – план: 1 – житлова забудова; 2 – печі підприємства; 3 – точкове високе джерело (димар); 4 – лінійні джерела (аераційні ліхтарі); 5 – межа населеного пункту; 6 – середня роза вітрів теплої періоду року; 7 – факели викидів забруднюючих речовин при напрямку вітру у бік житлової забудови

Важливе місце посідають методи фітомеліорації з використанням зелених насаджень, заліснення і задерновування 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 частинок на поверхні листя і стебел рослин.

Зелені насадження поглинають і газоподібні домішки. Наприклад, 10 кг листя дерева (в перерахунку на суху масу) за період з травня по вересень поглинають таку кількість сірчистого газу: тополя – 180 г, липа – 100 г, береза – 90 г, клен – 20-30 г. Для лісостепу поглинаюча здатність зелених насаджень становить 700-1000 кг/га. У районах, де випадає велика кількість опадів, поглинаюча здатність зелених насаджень зростає.

#### ***Інженерно-організаційні заходи***

Основні види інженерно-організаційних заходів полягають у наступному.

*Зниження інтенсивності і організація руху автотранспорту.* Для цього ведеться будівництво об'їзних і окружних доріг навколо міст і населених пунктів, улаштування розв'язок перетинів доріг на різних рівнях, організація на основних міських магістралях руху по типу «зелена хвиля».

*Збільшення висоти димарів.* Зі збільшенням висоти викиду ступінь розсіювання забруднюючих речовин зростає, їх концентрація знижується і може бути зменшена до гранично допустимої. Чим вище труба, тим краще розсіювання пилогазових викидів в атмосфері. Димар заввишки 100 м дозволяє розсіювати шкідливі речовини у радіусі до 20 км, труба заввишки 250 м збільшує радіус розсіювання до 75 км. Найвищий у світі димар висотою більше 400 м побудований на мідно-нікелевому комбінаті у м. Садбері в Канаді. Високі труби споруджують, переважно, для викиду димових газів теплоелектроцентралей.

Слід враховувати, що при викидах через високі димарі підвищується загальне фонове забруднення повітря. Із збільшенням висоти труби різко зростає її вартість, тому на практиці не рекомендується будівництво труб висотою більше 150 м.

*Підвищення швидкості руху газів у димарі* сприяє збільшенню початкового підйому викидів, покращенню умов їх розсіювання. З ін. боку, при цьому зростає гідравлічний опір димаря і, відповідно, питомі енерговитрати на транспортування газів.

### ***Маловідходні і безвідходні технології***

Екологізація технологічних процесів за рахунок впровадження безвідходних і маловідходних технологій є найперспективнішим заходом, що дозволяє істотно знизити рівень забруднення повітряного басейну.

Найбільш перспективними напрямками зниження пило- і 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;
- відмова від використання етильованого бензину і впровадження як автомобільного палива природного газу;
- вдосконалення топкового простору і паливних горілок енергетичних котлів, оптимізація процесу спалювання палива, що дозволить знизити викиди оксидів нітрогену в атмосферу;

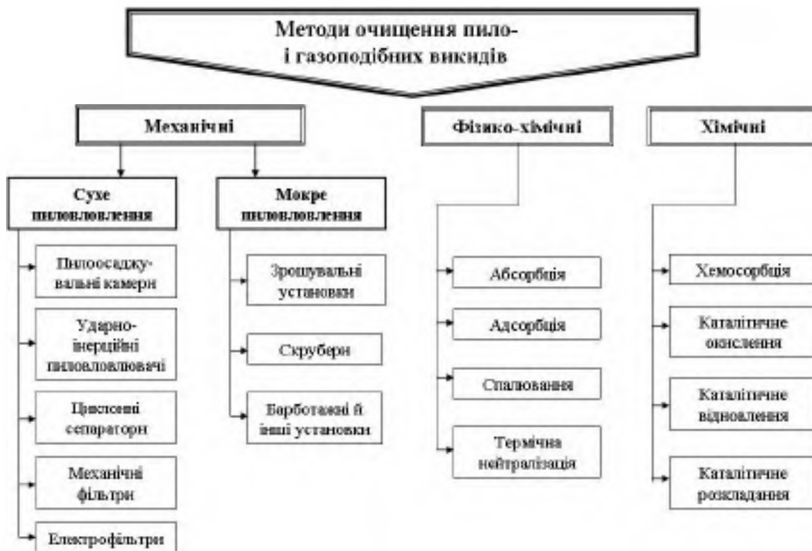
- зниження енергоємності виробництва і використання вторинних енергоресурсів у вигляді гарячої води і гарячих газів.

Розробка маловідходних і безвідходних технологічних процесів є стратегічною задачею, розрахованою на тривалий період.

### ***Технічні засоби і технології очищення викидів***

Наразі найпоширенішим, технічно досяжним вирішенням проблеми охорони атмосферного повітря від шкідливих викидів є застосування систем очищення, уловлювання і переробки газоподібних, рідких і твердих домішок.

Існують різні методи очищення викидів від забруднюючих речовин (рис. 6.8). На основі цих методів розроблена велика кількість обладнання і апаратів, при комплексному використанні яких досягається високоефективне очищення пилогазових викидів. Вилучені із промислових викидів речовини зазвичай є або готовим продуктом, або цінним видом вторинної сировини.



**Рис. 6.8. Методи очищення пило- і газоподібних викидів**

Промислове очищення викидів від організованих джерел полягає у вилученні шкідливих домішок або їх нейтралізації. Основними вимогами, що ставляться до апаратів пило- і газоочищення, є висока ефективність і експлуатаційна надійність. Для



забезпечення оптимального вибору технології і конструкції апарату очищення викидів проводиться техніко-економічна оцінка.

Методи очищення промислових викидів від пило-, газо- і пароподібних домішок за характером протікання фізико-хімічних процесів поділяють на такі групи:

- сухе інерційне пиловловлювання;
- механічна фільтрація;
- електростатичне осаджування в електричних полях;
- промивання викидів розчинниками, що не сполучаються із забруднювачами (метод абсорбції);
- поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами (метод адсорбції);
- промивання викидів розчинами реагентів, що вступають у хімічні реакції із забруднювачами і зв'язують домішки (метод хемосорбції);
- термічна нейтралізація шкідливих домішок газів, що відходять (процеси спалювання);
- поглинання домішок шляхом застосування каталітичного перетворення (використання каталізаторів);
- біохімічне очищення газів;
- виморожування.

Системи очищення і знешкодження пилогазових викидів поділяють на дві групи:

- установки з очищення газових викидів від аерозолів (пилу, диму, крапель туману або бризок);
- установки з очищення від токсичних газових домішок (хімічного очищення).

*Методи сухого очищення газів від пилу поділяють на механічні та електричні. При механічних методах очищення відділення пилу від газів відбувається під дією сил гравітації, інерції, при фільтрації потоків через фільтри, рідини та ін. При електричних – сепарація твердих частинок відбувається під дією сил електричного поля.*

Використання сухої очистки повітря від пилу дозволяє видалити частинки, які поділяють за розмірами на п'ять груп:

- великий пил, із розміром частинок 1- 0,1 мм;
- середній пил, із розміром частинок 0,1-0,01 мм;
- дрібний пил, із розміром частинок менше 0,01 мм;

- гази, які знаходяться у повітрі у вигляді молекул;
- віруси та бактерії, які знаходяться у повітрі.

Найбільш широко застосовуються апарати *сухого інерційного очищення газів*. Принцип їх дії полягає в осадженні пилу в результаті зміни напрямку і швидкості руху газового потоку і удару частинок пилу, що очищається, по стінках і поперечних перешкодах. Ці апарати відрізняються простотою конструкції, виготовлення і експлуатації.

Найпростішими установками для уловлювання крупнодисперсного пилу, що працюють за принципом гравітаційного осадження, є *пилоосаджувальні камери* (рис. 6.9).

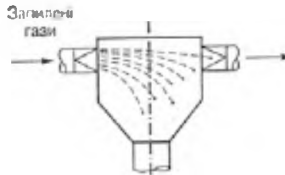


Рис. 6.9. Пилоосаджувальна камера

Через вхідну трубу забруднений газ надходить у корпус пилоуловлювача, де швидкість газового потоку знижується. Під дією сили тяжіння частинки осаджуються у нижній частині камери. Частково очищене повітря виходить через вихідну трубу.

Такі установки використовуються, як перший ступінь очистки газів для уловлювання крупних частинок (30-100 мкм), що дозволяє уникнути осадження пилу в газоходах і знижує навантаження на наступні етапи очищення.

У пилоуловлювачах *інерційної дії* (рис. 6.10) видалення частинок з газового потоку здійснюється під дією сили гравітації та сили інерції, яка виникає при зміні напрямку газового потоку що забезпечує більш ефективне осаджування великого, середнього і частково дрібного пилу.

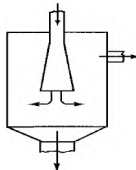


Рис. 6.10. Пилоуловлювач інерційної дії

Більш тонке очищення від пилу забезпечується у *циклонах* – широко поширених пилоуловлюючих апаратах, призначених для уловлювання частинок розміром 5-20 мкм і більше (рис. 6.11).

Принцип дії циклонів полягає в тому, що пилогазова суміш подається по дотичній до внутрішньої поверхні циліндричної частини корпусу і рухається по гвинтовій лінії згори донизу. Обертання газового потоку досягається шляхом використання спеціального завихрювача. В результаті дії відцентрових сил, які виникають при обертово-поступальному русі газового потоку, частинки пилу, завислі у потоці газу, відкидаються на стінки корпусу циклону і випадають із потоку. Потік газу, вивільнений від пилу, продовжуючи обертатися, змінює рух на 180° і виходить з циклону через вихідний патрубок.

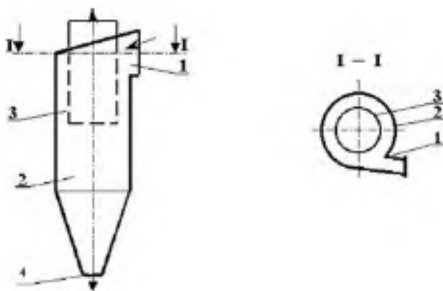


Рис. 6.11. Схеми циклону

1 – вхідна труба для подавання пилогазової суміші; 2 – корпус циклону циліндричної форми; 3 – вихідний патрубок; 4 – труба для видалення пилу з нижньої частини фільтру

Частинки пилу, що досягли стінок корпусу, під дією сили тяжіння рухаються униз і через спеціальну насадку у конічній частині циклону надходять в бункер. У міру наповнення бункера пил через пиловий затвор відвантажується на утилізацію.

Ефективність очищення газоповітряної суміші у циклонах становить 60-80 %.

До високоефективних апаратів сухого очищення газів належать *фільтри*. В основі роботи фільтрів усіх видів лежить фільтрація запиленого повітря через пористу перегородку, в процесі якої частинки пилу, завислі в газі, затримуються перегородкою, а газ безперешкодно проходить крізь неї. Пористі перегородки

виготовляють з тканин, паперу, волоконних матеріалів, кераміки, металевих сіток, зернистих шарів.

На відміну від апаратів інерційного очищення, фільтри можуть з достатньою ефективністю затримувати частинки будь-якого розміру. Найбільш доцільно використовувати фільтри для уловлювання частинок пилу розміром менше 5 мкм.

Ступінь очищення газу залежить від товщини фільтруючого шару, пористості фільтруючого матеріалу, обсягу фільтрувального матеріалу в одиниці об'єму фільтру і сумарного коефіцієнта захоплення частинки пилу фільтруючим волокном, величина якого у свою чергу залежить від механізму процесу фільтрування.

Найбільш поширеним з такої групи апаратів є *рукавний фільтр* (рис. 6.12). Забруднене повітря надходить у корпус крізь вхідну трубу і, проходячи крізь циліндричні мішки з фільтрувальної тканини, очищається. Пил, який накопичується на тканині, струшується при вмиканні клапана подачі стиснутого повітря. Більш ефективне очищення фільтрувальної тканини відбувається при механічному коливанні за рахунок вібрації пристрою, до якого прикріплені циліндричні мішки.

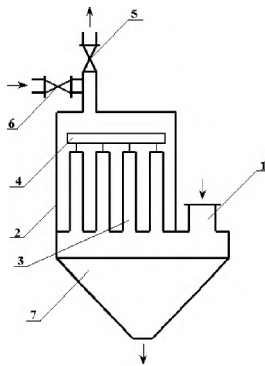


Рис. 6.12. Схема рукавного фільтра

1 – вхідна труба, через яку надходить забруднене повітря; 2 – прямокутний корпус; 3 – циліндричні мішки з фільтрувальної тканини; 4 – пристрій для струшування пилу; 5 – вихідна труба; 6 – клапан подачі стиснутого повітря; 7 – нижня частина фільтра для збирання пилу

Перевагами фільтрів таких конструкцій є простота в експлуатації, здатність працювати у широкому діапазоні температур,

більш висока, порівняно з гравітаційними пилоуловлювачами, ступінь очищення повітря. Недоліками є неповна очистка повітря від дрібного пилу, молекул газів, вірусів та бактерій, які знаходяться у забрудненому повітрі.

Апарати очистки шляхом *електрофільтрації* призначені для очищення великих об'ємних витрат газу від пилу і туману. Конструкція таких агрегатів відрізняється великою різноманітністю, але принцип дії однаковий і заснований на осадженні частинок пилу в електричному полі. Процес вилучення твердих частинок з газового потоку відбувається, як послідовне створення на поверхні частинки електричного заряду за допомогою коронуючого електрода, та осадження їх на заземленому електроді з протилежним зарядом.

Принцип роботи *електрофільтра* (рис. 6.13) полягає в наступному. Забруднене повітря крізь вхідну трубу надходить до корпусу електрофільтра, наближається до від'ємно зарядженого електрода, навколо якого, за рахунок високої напруги (5-10 кВ) створюється зона іонізації, в результаті чого поверхня дрібних частинок набуває від'ємного заряду. Корпус електрофільтра заряджений додатньо. В результаті дрібні частинки притягуються та осаджуються. Очищене повітря виходить з електрофільтра крізь вихідну трубу. Накопичений пил періодично видаляють.

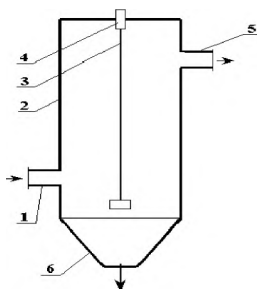


Рис. 6.13. Схема електрофільтра

- 1 – вхідна труба; 2 – корпус електрофільтра; 3 – коронуючий електрод;  
4 – ізолятор; 5 – труба для виходу очищеного повітря; 6 – труба для видалення пилу

Перевагою електрофільтрів є можливість очищення сухого і вологого повітря від усіх видів пилу за низьких і високих темпе-

ратур, а у зоні іонізації руйнуються молекули токсичних речовин. Хімічні реакції, які сприяють очищенню забрудненого повітря, відбуваються також при взаємодії небезпечних речовин з озоном, який з'являється у зоні іонізації. Сила постійного струму, що виникає між електродом та корпусом, дуже мала, тому електрофільтри не потребують значних витрат електроенергії.

Недоліками електрофільтрів є: необхідність спеціального обладнання для забезпечення високої напруги; особливі заходи з електробезпеки; улаштування додаткового пристрою для видалення пилу з внутрішньої поверхні корпусу фільтра. Небезпечною є генерація озону, який шкідливо діє на організм людини.

*Мокре очищення викидів* є одним з найефективніших і широко поширених методів пилогазоуловлювання, при застосуванні якого досягається високий ступінь вилучення твердих, рідких і газоподібних домішок. Основою процесу мокрого очищення є осадження пилу на краплях або на шарі рідини. Як зрошуюча рідина частіше за все використовується вода. Залежно від особливостей складу викидів, що очищаються, воду підлюговують або підкислюють.

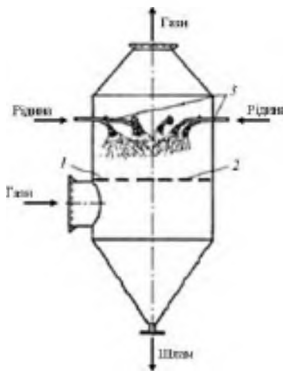
Апарати мокрої газоочистки відрізняються простотою конструкції і експлуатації, відносно невисокою вартістю. В них можна очищати викиди будь-якої вологості, а також пожежо- і вибухонебезпечні суміші.

Найпростішим апаратом мокрого очищення викидів є *форсунковий скрубєр* (рис. 6.14). Він призначений для уловлювання частинок розміром більше 10-15 мкм, а також для охолодження і зволоження викидів, що очищаються. Форсунковий скрубєр є циліндричною місткістю, оснащеною патрубками для підведення забрудненого і відведення очищеного повітря.

У верхній частині корпусу розташовано один або декілька ґрусів форсунок для розпилювання зрошуючої рідини. Рідина у вигляді дощу з діаметром крапель 0,6-1 мм промиває газ, що рухається протитечією (знизу до гори) із швидкістю 0,7-1,5 м/с. Забруднена вода накопичується у нижній частині скрубєра, звідки надходить до системи фільтрів, очищається і знов подається у форсунки.

Порівняно з форсунковими, більш ефективними є *насадкові скрубєри* – колони, заповнені спеціальними насадками у вигляді

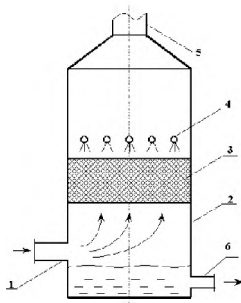
кілець або кульок, виготовлених з пластмасових, скляних або керамічних елементів (рис. 6.15).



**Рис. 6.14. Схема форсункового скрубера**

1 – корпус скрубера; 2 – вхідна труба; 3 – форсунки для розпилення крапель рідини

Забруднена газоповітряна суміш через вхідну трубу надходить у циліндричний корпус насадкового скрубера, де підіймається угору.



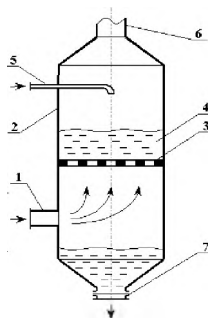
**Рис. 6.15. Схема насадкового скрубера**

1 – вхідна труба забрудненого повітря; 2 – корпус скрубера; 3 – касета із дрібними частинками заповнювача; 4 – форсунки для розпилення краплин рідини; 5 – труба для виходу очищеного повітря; 6 – патрубок відведення забрудненої води

Усередині корпуса встановлюють касету з наповнювачем (наприклад, із скляними кульками), по поверхні якого стікає во-

да, що розпилюється за допомогою форсунок. Забруднене повітря, рухаючись угору між частинками наповнювача, змішується з водою. Значна площа взаємодії повітря та води забезпечує ефективне його очищення, далі очищене повітря потрапляє у вихідну трубу, а забруднюючі домішки з водою накопичуються у нижній частині фільтра, звідки їх періодично видаляють. Забруднена вода після проходження системи фільтрів і очищення знову подається у форсунки. Питома витрата води в скруберах становить 1-6 л/м<sup>3</sup>.

Ефективне очищення повітря від крупного, середнього і дрібного пилу, деяких окремих токсичних газів, зменшення опору руху повітря у корпусі досягається у разі використання *пінного скрубера* (рис. 6.16).



**Рис. 6.16. Схема пінного скрубера**

1 – вхідна труба; 2 – корпус фільтра; 3 – решітка для підтримки шару піни; 4 – шар піни; 5 – труба для подачі рідини з домішками піноутворюючих хімічних сполук; 6 – труба для виходу очищеного повітря; 7 – труба для виходу рідини із забруднювачами

У корпусі такого фільтра розташована решітка для підтримки шару піни. Повітря проходить крізь шар піни, який утворюється за рахунок подачі рідини з домішками піноутворюючих хімічних сполук. Велика площа взаємодії шару піни і повітря забезпечує очистку повітря від усіх видів забруднювачів, крім окремих токсичних газів, вірусів та бактерій.

У *механічному скрубери* рідини розпилюється за допомогою диска, що обертається. Ефективне очищення газоповітряної суміші забезпечується за рахунок більшої площі взаємодії повітря і води в результаті їх перемішування.



У скрубєрі *Вентурі* розпилення рідини відбувається за рахунок турбулентного руху потоку газу, що очищається, через конфузор труби *Вентурі* (рис. 6.17). Проходячи далі через інерційний краплеуловлювач, потік газу звільняється від крапель рідини, які утримують частинки пилю, звідки рідина відводиться через гідрозатвор.

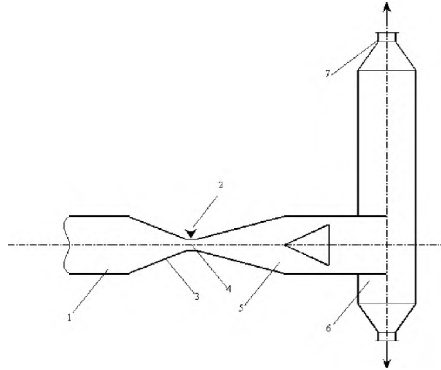


Рис. 6.17. Схема скрубєра *Вентурі*

1 – входна труба подавання забрудненого повітря; 2 – форсунка для подачі рідини; 3 – конфузор; 4 – дифузор; 5 – обтічник; 6 – циклон; 7 – труба для виходу очищеного повітря

Збільшення швидкості забрудненого повітря досягається за рахунок зменшення діаметру входної труби. У найменшому перерізі у повітря подають краплини води, які розпилюють за допомогою форсунки. Далі повітря потрапляє на обтічник, проходячи який, струмені повітря інтенсивно змішуються з краплинами води. Після цього забруднюючі частинки з водою осаджуються у корпусі фільтра.

Недоліками мокрого способу пилогазоочистки є: утворення стічних вод і шламу, які вимагають подальшої обробки; корозія устаткування при дії агресивних зволжених газів і рідини; відносно високі питомі затрати електроенергії.

Для очищення забруднених викидів від *газо-* і *пароподібних компонентів* застосовують методи абсорбції, адсорбції, термічне і термокаталітичне очищення.

*Абсорбцію* у техніці часто називають скрубєрним процесом очищення. Принцип цього методу полягає у розділенні газопові-

тряної суміші на складові частини поглинанням одного або кількох газових компонентів (абсорбентів) цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину. Розчинений у рідині абсорбент внаслідок дифузії проникає у внутрішні шари абсорбента.

В абсорбер (рис. 6.18) через вхідний патрубок надходить загазоване повітря з максимальним парціальним тиском, барботує через шар рідини (у вигляді бульбашок) і виходить через вихідний патрубок з мінімальним парціальним тиском. Поглинальна рідина протитечією подається в апарат через розбризкувач. Процес абсорбції відбувається на межі системи «газ – рідина», тому для його прискорення застосовують різні пристрої, що збільшують площу контакту газу з рідиною.

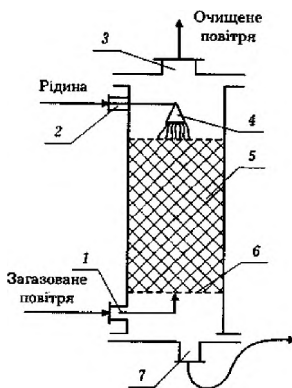


Рис. 6.18. Схема абсорбера

1 – вхідний патрубок; 2 – патрубок для подачі рідини; 3 – вихідний патрубок; 4 – розбризкувач; 5 – шар рідини; 6 – сітка; 7 – патрубок для відведення рідини

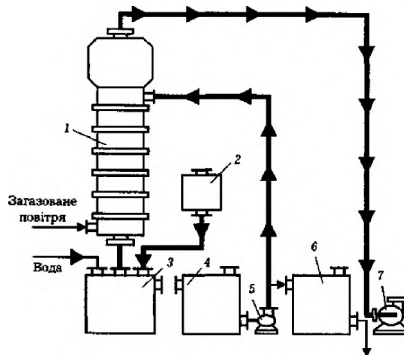
*Адсорбційні методи* застосовують для глибокого очищення технологічних викидів від шкідливих речовин. Цей метод найчастіше застосовують для очищення атмосферного повітря від легких компонентів лакофарбових матеріалів, карбамідоформальдегідних смол та ін.

Адсорбцію поділяють на *фізичну адсорбцію* і *хемосорбцію*. У випадку фізичної адсорбції молекули газу прилипають до поверхні твердого тіла під впливом міжмолекулярних сил тяжіння.

Теплота, що при цьому вивільнюється, за значенням збігається з теплою конденсації пари. *Перевага фізичної адсорбції* – зворотність процесу, можливість рекуперації газу або адсорбенту, уловлення деяких цінних речовини, наприклад розчинників, і повертання їх у технологічний процес.

В атмосферне повітря у місцях розміщення деревообробних підприємств (цехи по склеюванню виробів з деревини, фанери, виготовлення деревостружкових плит, варіння та приготування сечовиноформальдегідних смол та ін.) може надходити значна кількість небезпечних парів формальдегіду.

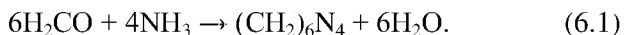
Для їх уловлення застосовують спеціальні установки-фільтри (рис. 6.19), принцип дії яких полягає у тому, що повітря, забруднене формальдегідом, подається в адсорбер знизу вгору через шари активованого вугілля, у результаті чого відбувається адсорбція (поглинання) парів формальдегіду ( $H_2CO$ ).



**Рис. 6.19. Схема установки для очищення повітря від парів формальдегіду**

1 – шеститарілчаста колонка; 2 – мірник аміаку; 3 – реактор;  
4 – ємність; 5 – насос; 6 – збирач; 7 – вентилятор

Процес адсорбції триває 30 хв., після чого вугілля автоматично висипається у реактор. Одночасно до нього подається вода, а з мірника – розчин аміаку. Уся суміш у реакторі перемішується спеціальним роторним механізмом, в результаті чого відбувається хімічна реакція:



У результаті реакції досягається очищення повітря – уловлений поглиначем формальдегід під дією амоніаку нейтралізується і переходить в уротропін  $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ , який знаходить різноманітне застосування (для виробництва полімерів, у медицині, як сухе пальне тощо).

Метод *хемосорбції* ґрунтується на поглинанні газів і пари твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетких або малорозчинних хімічних сполук. Поглинальна здатність хемосорбенту не залежить від тиску, через що хемосорбцію вигідно застосовувати за незначної концентрації забруднень. Більшість реакцій, що відбуваються у процесі хемосорбції, є екзотермічними та оборотними, оскільки хімічні сполуки у разі підвищення температури розкладаються на вихідні елементи.

Як адсорбенти найчастіше застосовують речовини, що мають велику площу поверхні на одиницю маси. Такою речовиною є активоване вугілля (марки АГ, СКТ або АР), питома поверхня якого становить  $105\text{--}106 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Такі поглиначі відрізняються від інших значною гідрофобністю і адсорбційною здатністю.

Установки, що уловлюють пару розчинників, яку після її обробки у вигляді продуктів розкладу знову повертають у виробництво, називають *рекупераційними* (рис. 6.20).

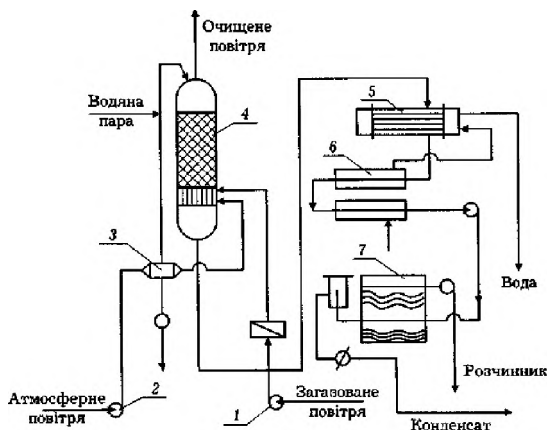


Рис. 6.20. Схема рекупераційної установки

- 1, 2 – вентилятори 3– нагрівач; 4 – адсорбер; 5– конденсатор;  
6 – холодильник; 7 – сепаратор

У такій установці повітря, яке містить в собі пару розчинника, за допомогою вентилятора подається в адсорбер. Пройшовши шихту адсорбера, очищене повітря викидається в атмосферу. Після спрацювання шихти потік повітря подають у паралельний адсорбер, а у попередньому адсорбері здійснюють десорбцію пари розчинника перегрітою водяною парою, що подається протитечією у напрямку подачі забрудненого повітря на стадії адсорбції. Суміш водяної пари та пари розчинника потрапляє у холодильну камеру, де відбувається охолодження і конденсація водяної пари. Конденсат подається в конденсатор, а далі відводиться з установки. Пара розчинника подається у фракціонатор, де відбувається її розділення на легкі і важкі вуглеводні. Отримані компоненти надходять у спеціальні камери, де за певних умов відбувається перетворення газової суміші в рідку фазу, після чого вже готовий розчинник знову подається у виробництво для повторного його використання.

Ступінь «втягування» розчинника в таких установках досягає 95-99 %, а залишковий вміст його у повітрі, що виходить з адсорбера, не перевищує  $0,5 \text{ г/м}^3$ . Продуктивність рекупераційних установок такого типу коливається від 10 до 150 тис.  $\text{м}^3$  повітря за 1 год., а концентрація в ньому пари розчинника змінюється від  $0,5$  до  $20 \text{ г/м}^3$ .

Метод *термічної нейтралізації* ґрунтується на здатності горючих токсичних компонентів (гази, пари, ароматичні речовини) окислюватися до менш токсичних за наявності вільного кисню та високої температури газової суміші. Цей метод застосовується у випадках, коли об'єми викидів надто великі, а концентрації забруднюючих речовин значні (перевищують 300 частин на мільйон), зокрема при очищенні викидів від лакофарбових та просочувальних дільниць, у машинобудівній промисловості.

Методи термічної нейтралізації шкідливих домішок у багатьох випадках мають переваги перед методами абсорбції та адсорбції: відсутність шламів, невеликі габарити очисних установок, простота їх обслуговування, можливість автоматизації їх роботи, висока ефективність знешкодження шкідливих речовин (до 99 %).

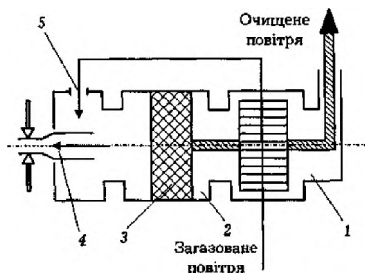
Застосування цього методу обмежується характером утворених при окисненні продуктів реакції. Так, при спалюванні газів,

що містять фосфор, галогени, сульфур, утворені продукти реакції за токсичністю в декілька разів перевищують вихідну газову суміш. Тому метод термічного знешкодження застосовується для нейтралізації викидів, що не містять таких компонентів.

*Каталітичний метод* очищення застосовують для перетворення розчинників і розріджувачів у нешкідливі або менш шкідливі речовини за допомогою каталізаторів, використання яких скорочує тривалість процесу і зменшує габарити очисного обладнання. Каталітичне окислення, порівняно з термічним, характеризується значно нижчою температурою для нагрівання газів (до 300 °С).

Як каталізатори використовують платину, паладій та ін. метали, оксиди купруму, двоокис мангану, п'ятиокис ванадію. Основним критерієм вибору каталізаторів є їх активність і довговічність. Каталітичний шар зазвичай виготовляється у вигляді кульок, кілець, пластин або дроту, сплетеного у вигляді спіралі з ніхрому, ніколу, оксиду алюмінію з нанесенням на їхню поверхню металів. Він створює незначний перепад тиску, забезпечує максимальну поверхню контакту з газовим потоком і максимальну довговічність каталізатора.

Основним апаратом для каталітичного очищення є реактор. На рис. 6.21 наведено схему *каталітичного реактора*, що застосовується для очищення повітря від парів толуолу.



**Рис. 6.21. Схема каталітичного реактора**

- 1 – теплообмінник-рекуператор; 2 – контактний пристрій;  
3 – каталізатор; 4 – пальник; 5 – підігрівач

Забруднене толуолом повітря подається на підігрівання у міжтрубному просторі теплообмінника – рекуператорі, звідки по

перехідних каналах переходить у підігрівач. У пальнику спалюється природний газ. Продукти спалювання, змішуючись з повітрям, підвищують температуру горіння до 250-350 °С, тобто до рівня, що забезпечує оптимальну швидкість окислення толуолу. Процес хімічного знешкодження протікає на поверхні каталізатора, розміщеного у контактному пристрої. Суміш повітря і продуктів реакції за температури 350-450 °С знову спрямовується у рекуператор (теплообмінник), де віддає теплоту газоповітряному потоку, що подається на очищення, і крізь патрубок виводиться у атмосферу.

*Біохімічний метод* очистки промислових викидів базується на здатності мікроорганізмів руйнувати й перетворювати різні сполуки. Речовини розпадаються під дією ферментів, що виробляються мікроорганізмами під впливом окремих сполук або групи речовин, наявних у газах, що очищаються. Цей метод газоочищення застосовується для очистки газів постійного складу, оскільки у разі часткої його зміни мікроорганізми не встигають адаптуватися до нових речовин і виробляють недостатню кількість ферментів для їх розкладання, внаслідок чого біологічна система має слабку руйнівну здатність. Високий ефект газоочищення від шкідливих компонентів досягається за умови, що швидкість біохімічного окислення вилучених речовин більша, ніж швидкість їх надходження із газової суміші.

### **6.7. Контроль стану атмосферного повітря у містах**

Атмосферне повітря займає особливе положення серед інших компонентів біосфери. У життєдіяльності людини повітря є основною умовою існування. При цьому повітря повинне мати певну чистоту – будь-які відхилення від норми небезпечні для здоров'я людини.

Характер тимчасової і просторової мінливості концентрації шкідливих домішок зумовлений рядом обставин, які важливі у забезпеченні необхідної чистоти атмосферного повітря. Основою для виявлення усіх факторів і закономірностей є спостереження за станом забруднення повітряного басейну – від можливостей і якості спостережень, що проводяться, залежить ефективність усіх заходів з охорони повітря.

Необхідність організації системи спостережень за забрудне-

нням повітряного басейну в містах й ін. промислово розвинених населених пунктах зумовлена тим, що на локальному і регіональному рівнях ступінь забруднення атмосфери може перевищувати санітарно-гігієнічні нормативи.

Дані про рівень забруднення атмосфери використовуються при складанні короткочасних прогнозів, попереджень про можливе підвищення забрудненості у зв'язку з несприятливими метеорологічними умовами, для розробки заходів, направлених на пониження концентрації шкідливих речовин.

Вирішення комплексу завдань, пов'язаних зі збором інформації щодо відомостей про наявні та перспективні джерела забруднення атмосфери, характеристики забруднюючих речовин (токсичність, здатність вступати в хімічні реакції з ін. речовинами, здатність до самоочищення), метеорологічні умови забезпечує система моніторингу, яка складається з систем спостереження і контролю.

*Моніторинг атмосферного повітря* – це інформаційно-технічна система спостережень за станом атмосфери, оцінювання і прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря та надання на цій основі рекомендацій щодо заходів з його охорони (контроль, аналіз, висновки).

*Система спостережень* здійснює спостереження за якістю атмосферного повітря у містах, населених пунктах і територіях, розміщених поза зоною впливу джерел забруднення.

*Система контролю* здійснює спостереження і контроль за джерелами забруднення, викидами шкідливих речовин у атмосферу та дотриманням встановлених екологічних нормативів.

*Основна мета* моніторингу за станом атмосферного повітря полягає у забезпеченні зацікавлених державних і громадських органів, підприємств, установ й ін. організацій систематичною інформацією про рівень забруднення атмосфери і про прогнози його змін під впливом господарської діяльності і метеорологічних умов.

Стандартна мережа моніторингу забезпечує надходження інформації про стан атмосферного повітря, на основі якої можна вирішувати такі задачі:

- оцінювати рівень забруднення атмосфери;
- планувати розміщення промислових підприємств та СЗЗ;



- вивчати вплив забруднення повітряного басейну на здоров'я населення;
- оцінювати збитки, що наносяться лісам, тваринництву, сільському господарству, будівлям і спорудам;
- уточнювати і перевіряти розрахункові методи розсіювання домішок від джерел забруднення атмосферного повітря;
- оцінювати фонове забруднення атмосфери.

Наразі в багатьох містах промислово розвинених країн створена мережа пунктів спостереження (моніторингу) за забрудненням повітря. Збільшилося число міст, у яких ведеться контроль за забрудненням повітря, число пунктів спостережень у них і компонентів, за якими ведеться спостереження. Розроблені нові методи і технічні засоби вимірів, у т. ч. автоматичні прилади і системи контролю – автоматизовані системи контролю забруднення повітря (АСКЗП).

Задачі, що вирішуються АСКЗП:

- автоматичне спостереження і реєстрація концентрацій забруднюючих речовин;
- аналіз отриманої інформації з метою визначення фактичного стану забруднення повітряного басейну;
- вживання екстрених заходів по боротьбі із забрудненням;
- прогноз рівня забруднення;
- розробка рекомендацій для покращення довкілля;
- уточнення і перевірка розрахунків розсіювання домішок.

АСКЗП розраховані на вимірювання концентрацій одного або декількох найбільш поширених шкідливих інгредієнтів:  $\text{SO}_2$ ;  $\text{CO}$ ;  $\text{NO}_x$ ;  $\text{O}_3$ ;  $\text{C}_m\text{H}_n$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{NH}_3$ ; завислі речовини, а також визначення вологості, температури, напрямку і швидкості вітру.

Окрім речовин з пріоритетного списку, в обов'язковий перелік речовин для контролю включають речовини, точні обсяги викидів яких встановити досить складно:

- розчинні сульфати – у містах з населенням більше 100 тис. осіб;
- бензо(а)пірен – у містах з населенням більш 100 тис. осіб та у містах з великими джерелами викидів;
- формальдегід і сполуки Плюмбуму – у містах з населенням більш 500 тис. осіб, оскільки ці речовини викидаються переважно автотранспортом;

- важкі метали – у містах з підприємствами чорної і кольорової металургії;
- пестициди – у містах, розташованих поблизу великих сільськогосподарських територій, де застосовують хімічні засоби захисту рослин.

З метою обмеження антропогенного впливу на навколишнє середовище запроваджено *екологічне нормування* – комплекс заходів для встановлення граничних меж, в яких можуть коливатися параметри показників, що характеризують стан довкілля.

Екологічному нормуванню підлягають усі небезпечні речовини та фактори шкідливого фізичного впливу. У галузі охорони атмосферного повітря встановлені такі нормативи:

- *нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря* – група нормативів, дотримання яких запобігає виникненню небезпеки для здоров'я людини та стану навколишнього природного середовища від впливу шкідливих чинників атмосферного повітря;

- *норматив вмісту ЗР у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів пересувного джерела* – гранично допустима кількість забруднюючої речовини у відпрацьованих газах пересувного джерела, що відводиться у атмосферне повітря;

- *норматив гранично допустимого викиду ЗР стаціонарного джерела* – гранично допустимий викид забруднюючої речовини або суміші цих речовин у атмосферне повітря від стаціонарного джерела викиду; технологічний норматив допустимого викиду ЗР – гранично допустимий викид ЗР або суміші цих речовин, який визначається у місці її виходу з устаткування;

- *норматив якості атмосферного повітря* – це критерій якості атмосферного повітря, який відображає гранично допустимий максимальний вміст ЗР у атмосферному повітрі і при якому відсутній негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища;

- *норматив гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел* – норматив, який встановлюється для кожного стаціонарного джерела акустичного, електромагнітного, іонізуючого та ін. фізичних і біологічних факторів на рівні, за якого фізичний та біологічний вплив усіх джерел у цьому районі з урахуванням перспектив його розвитку в період терміну дії встановленого нормативу не призведе до пе-

ревищення нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря (за найбільш суворим нормативом).

Для кількісної оцінки вмісту домішок у атмосфері використовується поняття *концентрації* – кількості речовини, що міститься в одиниці об'єму повітря, приведеного до нормальних умов.

*Якість атмосферного повітря* – це сукупність його властивостей, визначальна ступінь дії фізичних, хімічних і біологічних чинників на людей, рослинний і тваринний світ, а також на матеріали, конструкції і навколишнє середовище в цілому. Якість атмосферного повітря може вважатися задовільною, якщо вміст домішок у ньому не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК). *ГДК* – це максимальна концентрація домішки в атмосфері, яка при періодичній дії або протягом усього життя людини не здійснює на неї і на навколишнє середовище в цілому прямої або непрямой дії, включаючи віддалені наслідки.

Під *прямою дією* розуміють нанесення організму людини тимчасової подразнюючої дії, що викликає відчуття запаху, кашель, головний біль. При накопиченні в організмі шкідливих речовин вище певної дози можуть виникати патологічні зміни окремих органів або організму в цілому.

Під *непрямою дією* розуміють такі зміни в навколишньому середовищі, які, не здійснюючи шкідливого впливу на живі організми, погіршують звичні умови існування: пошкоджуються зелені насадження, змінюються параметри мікроклімату міста, збільшується число туманних днів і т. ін.

Основним критерієм встановлення нормативів ГДК для оцінки якості атмосферного повітря є особливості дії забруднюючих домішок, що містяться у повітрі, на організм людини.

Для оцінки якості атмосферного повітря встановлені дві категорії ГДК: максимально разова і середньодобова.

*Максимально разова ГДК* ( $ГДК_{\text{мр}}$ ) – основна характеристика небезпеки шкідливої речовини. Встановлена для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття запаху, світлової чутливості, біоелектричної активності головного мозку) при короткочасній дії атмосферних домішок. За цим нормативом оцінюються речовини, що впливають на органи чуття людини.

*Середньодобова ГДК* ( $ГДК_{\text{с.д.}}$ ) – встановлена для попередження загально-токсичного, канцерогенного, мутагенного і ін. впливу

ву речовини на організм людини. Речовини, що оцінюються за цим нормативом, мають властивість тимчасово або постійно нагромаджуватися в організмі людини.

ГДК<sub>м.р</sub> встановлюють для промислових підприємств, ГДК<sub>с.д.</sub> – для зон житлової забудови.

Перелік речовин, вміст яких в атмосферному повітрі нормується, постійно поповнюється. ГДК найпоширеніших забруднюючих речовин у повітрі міста наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2

### ГДК найпоширеніших речовин у повітрі міста

Назва забруднюючої речовини	Клас небезпеки	ГДК <sub>м.р</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>с.д.</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Азоту діоксид	3	0,085	0,04
Азоту оксид	3	0,4	0,06
Амоніак	4	0,2	0,04
Ангідрид сірчистий	3	0,5	0,05
Бензо(а)пірен	1	-	0,000001
Бензол	2	1,5	0,1
Завислі речовини	-	0,5	0,15
Вугільна зола ТЕС	2	0,05	0,02
Вуглеводні насичені	4	1	-
Карбон (IV) оксид	4	5,0	3,0
Карбон (IV) сульфід	2	0,03	0,005
Озон	1	0,16	0,03
Плюмбум та його сполуки	1	0,001	0,0003
Ртуть металева	1	-	0,0003
Сірководень	2	0,008	-
Формальдегід	2	0,035	0,003
Хлор	2	0,1	0,03

Для деревної рослинності установлені тимчасові нормативи ГДК забруднюючих речовин в повітрі (ГДК<sub>д</sub>) (табл. 6.3).

Якщо речовина здійснює на навколишнє природне середовище шкідливу дію в менших концентраціях, ніж на людину, то при нормуванні виходять із порогу дії цієї речовини на довкілля.

Для речовин, для яких не встановлені ГДК, оцінюється по *орієнтовному безпечному рівню дії* забруднюючої атмосфери речовини (ОБРД) – тимчасовий гігієнічний норматив для забруднюючої атмосфери речовини, який встановлюється розрахунковим шляхом для цілей проектування промислових об'єктів.

Нормативи ГДК для атмосферного повітря є єдиними для усієї території України.

Таблиця 6.3

**Нормативи ГДК<sub>n</sub> для деревної рослинності**

Назва домішок у атмосферному повітрі	ГДК <sub>ДМР</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>ДСД</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Амоніак	0,1	0,04
Бензо(а)пірен	0,0002	0,0001
Бензол	0,1	0,05
Вуглеводні (по бензину)	0,65	0,14
Завислі речовини	0,20	0,05
Карбон (IV) оксид	6,7	3,3
Карбон (IV) сульфід	0,008	0,008
Метанол	0,2	0,1
Нітроген оксид (в перерахунку на NO <sub>2</sub> )	0,04	0,02
Озон	0,47	0,24
Пара сульфатної кислоти	0,1	0,03
Сірчаний ангідрид	0,3	0,02
Сірчистий ангідрид	0,10	0,05
Тверді частини (пил)	0,2	0,05
Формальдегід	0,02	0,003
Фтористі сполуки (в перерахунку на фтор)	0,02	0,005
Хлор	0,025	0,015

Установлені в ін. країнах ГДК можуть відрізнятись у більшу або меншу сторону. Наприклад, у США встановлена ГДК<sub>м.р.</sub> для SO<sub>2</sub> – 0,75 мг/м<sup>3</sup>, а в Україні – 0,5 мг/м<sup>3</sup>. Для зон санітарної охорони курортів, місць розміщення крупних санаторіїв і будинків відпочинку, а також для зон відпочинку міст ГДК встановлена на 20 % менше, ніж для житлових районів.

Деякі речовини при одночасній присутності в атмосферному повітрі мають односпрямовану дію, тобто мають *ефект сумачії*. У цьому випадку при оцінці якості атмосферного повітря повинна виконуватися така умова:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} \pm \frac{C_2}{ГДК_2} \pm \dots \pm \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (6.2)$$

де:  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – концентрація кожної з речовин, що має ефект сумачії, мг/м<sup>3</sup>;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$  – гранично допустимі концентрації цих речовин, мг/м<sup>3</sup>.

Для кожного проектованого і діючого об'єкта, що є стаціонарним джерелом забруднення повітряного басейну, встановлюють нормативи гранично допустимих викидів (ГДВ) забрудню-

ючих речовин у атмосферне повітря. ГДВ встановлюють із умови, що викиди шкідливих речовин від даного джерела в сукупності з ін. джерелами не створюють приземну концентрацію, що перевищує ГДК за межами санітарно-захисної зони:

$$C \pm C_{\phi} \leq \text{ГДК}, \quad (6.3)$$

де:  $C$  – концентрація речовини у приземному шарі від розрахованого джерела при збереженні нормативу ГДВ, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{\phi}$  – фонові концентрації цієї ж речовини, мг/м<sup>3</sup>.

Якщо на підприємстві або групі підприємств, розташованих у одному районі, значення ГДВ із об'єктивних причин не можуть бути негайно досягнуті, встановлюють *тимчасово узгоджений викид* (ТУВ). Норматив ТУВ встановлюють на період розробки і реалізації повітроохоронних заходів, що забезпечують досягнення нормативів ГДВ. Перелік забруднюючих речовин, що підлягають контролю, переглядається щоразу при інвентаризації промислових викидів, реконструкції і появи нових підприємств, але не рідше одного разу на три роки. При появі нових виробництв, реконструкції діючих, зміні технологічного процесу або виду сировини, що використовується, і в ін. аналогічних випадках нормативи ГДВ підлягають перегляду.

Для кожного міста на підставі нормативів ГДВ підприємств і фонового складу атмосферного повітря розробляють загальноміські нормативи ГДВ, відповідно до яких індивідуальні ГДВ підприємств можуть бути переглянуті у бік зменшення.

Комплексне застосування заходів по охороні атмосферного повітря сприяє поліпшенню його стану та покращення умов існування людини у містах.



### **Контрольні питання**

1. Зазначте основні функції атмосферного повітря у місті.
2. Зазначте чинники, що впливають на формування складу повітря у місті.
3. Від яких чинників залежить мікроклімат міста?

4. Охарактеризуйте вплив метеороумов на перенесення і розсіювання домішок в атмосфері.
5. Зазначте заходи, спрямовані на покращення мікроклімату міста.
6. Охарактеризуйте джерела забруднення повітряного середовища у місті.
7. Як класифікують джерела викидів забруднюючих речовин у повітря?
8. Які існують нормативи якості повітря у містах?
9. Охарактеризуйте заходи щодо захисту повітряного басейну міста.
10. Охарактеризуйте методи очищення пилогазових викидів.
11. Як здійснюється контроль рівня забруднення атмосферного повітря у містах?
12. Зазначте екологічні нормативи у галузі охорони атмосферного повітря.



### *Література*

1. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>.
2. ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони». [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://uadoc.zavantag.com/text/17967/index-1.html>.
3. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://epicentre.com.ua/ukr/doc3206.htm>.
4. ДСТУ ISO 4226:2004 Якість повітря. Загальні положення. Одиниці вимірювання (ISO 4226:1993, IDT) [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://lindex.net.ua/ua/shop/bibl/473/doc/9461>.
5. ДСТУ ISO 6879-2003 Якість повітря. Характеристики і настанови щодо вимірювання якості повітря (ISO 6879:1995, IDT) [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://document.org.ua/jakist-povitrja-harakteristiki-i-nastanovi-shodovimiryuvan-nor26830.html>.

6. Апостолюк С. О. Промислова екологія : навч. посіб. / С. О. Апостолюк, В. С. Джигирей, А. С. Апостолюк. – К. : Знання, 2005. – 474 с.
7. Директива Европейского парламента и Совета «О качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки», № 2008/50/ЕС [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://docs.pravo.ru/document/view/19781500>.
8. Касимов Н. С. Экология города : уч. пос. / Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин ; под общ. ред. Н. С. Касимова. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.
9. Моніторинг довкілля : підруч. / В. М. Боголюбов, М. О. Клименко, В. Б. Мокін [та ін.] ; під ред. В. М. Боголюбова. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 232 с.
10. Моніторинг довкілля. Т. 1 : підруч. / А. К. Запольський, А. П. Войцицький, І. А. Пількевич, А. П. Багмет [та ін.] ; за ред. А. К. Запольського. – Кам'янець-Подільський : Медобори-2006, 2012. – 408 с.
11. Сторожук В. М. Промислова екологія : підруч. / В. М. Сторожук, В. А. Батлук, М. М. Назарук. – Львів, УАД, 2005. – 574 с.
12. Экология города : уч. пос. / [В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова и др. ; под. ред. В. В. Денисова]. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : издат. центр «МарТ», 2008. – 832 с. (Серия «Учебный курс»).
13. Экология города : учебн. / под ред. Ф. В. Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.



## ГЛАВА II ФЛОРА І ФАУНА МІСТА

---

### РОЗДІЛ 7 РОСЛИННИЙ СВІТ МІСТА

---

Місто є не тільки місцем проживання популяції людини, але і надає умови для існування різних видів тваринних організмів, рослин, грибів, найпростіших, які в сукупності можна позначити терміном «урбобіота», що є невід’ємним елементом середовища існування городянина.

Саме в містах – починаючи з Давнього Єгипту і Месопотамії, пройшовши через епоху античності, зазнавши «нове народження» в епоху Відродження і особливо у новий час – зародилася традиція вирощування рослин і утримання тварин з метою задоволення виключно естетичних комунікативних потреб людини (а пізніше – і потреб в «душевному комфорті»). В даний час ця тенденція не слабшає, і з кожним поколінням все більше і більше городян вводять в свої житла на правах постійних жителів і навіть свого роду «членів сімей» тварин і рослини. У житті сільських жителів декоративні екзотичні види відіграють незначну роль, оскільки, з одного боку, їх місце вже зайнято одомашненими тваринними і культурними рослинами, а з іншого – «середньостатистичний сільський житель» має більше, ніж городянин, можливостей різноманітних утилітарних і неутілітарних контактів з дикими видами тварин і дикорослими видами рослин в безпосередньому оточенні його поселень. Для більшості ж міських жителів саме види домашніх і окультурених рослин і тварин є часто єдиним «вікном в природу».

#### **7.1. Шляхи формування флори і фауни міста**

*Флора* – це сукупність видів рослин, що склалася історично, які населяють певну територію (акваторію), приурочена до певного географічного простору, пов’язана з його сучасними природними умовами і геологічним минулим.

*Рослинний світ* – це сукупність усіх рослинних організмів на деякій території або на Землі в цілому.

*Фауна* – це сукупність усіх видів тварин, що історично склалися в процесі еволюції, які мешкають чи мешкали в геологічно-му минулому на певній території або акваторії.

*Тваринний світ* – це сукупність усіх популяцій тварин, що входять до складу біотичних угруповань певної області земної поверхні або Землі в цілому.

Флора і фауна будь-якої місцевості представлена видами, які сформувалися у даному районі у процесі еволюції – *автохтонні* види, та видами, які потрапили у цей район з інших областей Земної кулі – *аллохтонні* види. Якщо «чужі» види потрапили на дану територію недавно, їх називають *адвентивними*. Рослини переселяються на великі території як за допомогою природних «агентів» – вітру, води, тварин тощо, так і за допомогою господарської діяльності людини. Види, які розповсюджує людина, називаються *антропоморфними*.

Флора і фауна міста складається з місцевих видів, що мешкали в конкретній місцевості як мінімум з нового часу (*архефіти*), і з видів, що вселилися в дану місцевість у новий (*неофіти*) і новітній (*адвентивні*) час. При цьому, незважаючи на те, що число видів рослин і тварин в місті може зростати завдяки вселенню нових видів, частина архефітів і неофітів з низькою толерантністю до умов урбанізованого середовища за цей же час зникають.

Різноманіття шляхів формування флори і фауни на урбанізованих територіях може бути представлене такими схемами.

«*Поглинання*» містом місцепроживань виду в межах існуючого ареалу. В результаті цього процесу флора і фауна міста поповнюються за рахунок автохтонних (аборигенних) видів, які адаптуються до умов урбанізації й існують у місті зі стабільною чисельністю або із чисельністю, що збільшується, а частина цих видів, які не можуть адаптуватися до нових умов, зникає з колишніх місцепроживань. Вірогідність зникнення прямо пропорційна ступеню порушення місцепроживань і обернено пропорційна чисельності популяцій виду. У складі фауни міст частка аборигенних видів у більшості випадків менше, ніж частка тих, що іммігрували.

«*Зміна біотопів*» і *вселення* в місто раніше неурбанізованих видів. У цьому випадку флора і фауна міста також поповню-

ються за рахунок місцевих видів, які, як правило, не є вузькоспеціалізованими і мають високий потенціал адаптації до умов життя в місті. Популяції цих видів в містах стають більшою мірою синантропними, ніж початкові популяції. Так, наприклад, сформувалися нові синантропні екологічні раси чорного дрозда (*Turdus merula L.*) і вяхиря (*Columba palumbus L.*) у містах Західної і Центральної Європи. За цією ж схемою в міста проникають солелюбні і водно-болотяні види рослин, якщо в результаті використання солі для танення снігу і льоду і підтоплення формуються місця проживання з відповідними умовами. Вірогідність поповнення флори і фауни міст видами за такою схемою вище у тих випадках, коли початкові місцепроживання поза містом зв'язані системою «коридорів» з їх міськими аналогами.

*Формування нових екологічних ніш*, які захоплюються видами-переселенцями з інших географічних областей відповідно до їхніх екологічних вимог. Поповнення флори і фауни міст за цією схемою можливе за наявності у видів-переселенців механізмів активного і пасивного розселення.

*Активне розселення* характерне для всіх рухомих тварин, а також тих рослин, у яких є повзучі або «лазаючі» пагони чи спеціальні (гідропневматичні) механізми розкидання насіння. Прикладами можуть бути скажений огірок (*Ecbalium elaterium L., A. Rich*), що росте на засмічених місцях півдня України, або північно-американський вид ехіноцистис шипуватий (*Echinocystis lobata (Michx.) Torr. et Gray*), що розповсюдився за останні два десятиріччя по більшій частині України, і який росте на перез-воложених засмічених місцях у заплавах річок, в містах і приміських зонах. У багатьох випадках подібного поширення видів і активного освоєння нових територій передують, як правило, випадкове занесення або цілеспрямована інтродукція.

*Пасивне розселення* характерне для більшості видів рослин і багатьох тварин: земноводні (на стадії яйця або личинок), риби, комахи, паукоподібні, паразитичні черв'яки, найпростіші. У ряду видів тварин активне розселення часто комбінується з пасивним. Агентами пасивного перенесення організмів або їх частин (насіння, плоди) є вітер (у цьому випадку процес перенесення називається *анемохорією*), вода (*гідрохорія*), тварини (*зоохорія*),

людина (*антропохорія*).

Повсюдно переважаюча частина нових видів, що потрапили у міста з інших географічних регіонів, були занесені або завезені людиною, і лише після вселення види з пасивним розселенням використовують характерних для них агентів перенесення для закріплення на нових місцепроживаннях. Існують десятки прикладів навмисної інтродукції, а також випадкового занесення тварин з їжею, будівельними матеріалами, транспортом, шкіряними і хутряними виробами, і навіть музейними колекціями в міста Європи. Найсприятливіші умови такі види знаходять частіше за все у порушених антропогенних ландшафтах, а їх розселенню сприяє розвинена дорожня і торгова мережа.

*Комбінована схема* – результат процесів пасивного розселення і «зміни біотопів» раніше неурбанізованих видів.

Шляхи формування урбанізованої флори і фауни представлені на рис. 7.1.



Рис. 7.1. Шляхи формування флори і фауни міст (за В.Ф. Стольбергом)

Різні види рослин і тварин поселяються в різних зонах міста та в різних місцемешканнях, причому з певними закономірностями. Найменше видів у центрі міста. Вони непогано переносять

міські умови, у т. ч. і промислові забруднення. Від центра до околиць міста число видів зростає. Особливо багата флора і фауна околиць, вона часто багатша видами, ніж зональна флора, оскільки тут збільшується і склад генофонду, і число місцемешкань, у т. ч. й екотонів – граничних зон між різними екосистемами.

## 7.2. Антропогенне створення міської флори

Головні фактори діяльності людини, які сприяли і сприяють переміщенню рослин і створення міської флори наступні.

*Торгівля.* Велике значення, як у минулому, так і нині, має торгівля. По різних торгівельних шляхах людина на великі відстані перевозила вантажі і саме по цих шляхах разом з вантажами та транспортом несвідомо переправлялися через різні географічні широти і бар'єри різні види рослин.

*Залізничний транспорт.* З появою залізничного транспорту уздовж залізничного полотна протяжністю у тисячі і десятки тисяч кілометрів виникали своєрідні смуги «залізничної» флори у результаті розсіювання завезених видів, які проростали і знаходили сприятливі умови для розвитку.

*Водні простори.* Великі водні простори – моря, океани були істотним бар'єром для розповсюдження різних організмів, але з виникненням морського та океанічного флоту рослини стали дуже легко долати величезні відстані між материками, на яких знаходили аналогічні кліматичні умови. Так сформувався інтенсивний обмін флорою між Європою та Північною Америкою.

У результаті *переміщення* на великі відстані мас людей і транспорту дуже швидко переміщалися і рослини. Встановлено, що полин Сіверса (*Artemisia sieversiana* L.) під час другої світової війни переміщався із швидкістю 250 км на рік. Російськими військами у 1813 році в околиці Парижу були занесені «російські» бур'яни. Там же з'явилися і два види бур'янів, занесених німецькими військами із Центральної Європи під час війни, а дещо пізніше з'явилися північно-американські рослини у результаті маневрів за участю іноземних армій.

Адвентивні види рослин з'являються на певній території не тільки поза бажанням людини. Велике значення у формуванні рослинності міст відіграє свідомо діяльність людини по інтродукції нових видів, завезених з інших областей Земної кулі.

*Інтродукція* – переселення особин окремих видів тварин і рослин за межі їхнього природного ареалу та адаптація до нових умов існування.

Інтродукцією людина займалася із давніх-давен – цілий ряд сільськогосподарських культур є іноземного походження. У містах задача інтродукції обмежена, як правило, декоративними якими екзотів. Майже повністю на інтродукції базується міське квітникарство. Ще у стародавніх містах Ассирії, Єгипту, Давнього Риму завезені рослини використовували для створення садів і озеленення вулиць.

У Росії «заморські» рослини почали вирощувати у містах з XV ст. Велика заслуга у цьому Петра I – для озеленення своєї столиці він завіз із Голландії каштан, граб, бук, із Сибіру – сосну кедрову. Відома його діяльність і по створенню «аптекарських городів» у Москві і Петербурзі, де проходили акліматизацію лікарські рослини.

Особливий розмах інтродукція набула у XIX ст. Наприклад, у Ризі «Комітет по спорудженню декоративних насаджень у передмістях» пропонував 489 видів і 268 форм декоративних рослин. Тоді ж почали з'являтися різноманітні колекції і ботанічні сади.

У наш час інтродукція та акліматизація є звичайним явищем і проводиться на науковому рівні у ботанічних садах та розсадниках. В Україні у містах культивується 439 видів дерев, чагарників та ліан, а у місцевій флорі їх усього 300. Наприклад, в Ужгороді на вулицях ростуть сакура (японська вишня), туя, гінкго дволопатева та ін. екзоти. Невеликий список звичайних для наших міст рослин-«іноземців» наведено у табл. 7.1.

Є ще рослини – *утікачі з культури*. Це ті види, які були акліматизовані, а потім проникли у склад природної флори нового для них району і почали розмножуватися без допомоги людини. Наприклад, міська флора Києва за останні 200 років збагатилася декоративними «утікачами» – аквілегія, бріонія, маргаритки, матіола, амброзія та ін.

Частина видів (*перша група*) існують лише в *одомашненому* (тварини) або *окультуреному* (рослини) стані і використовуються людиною для задоволення його життєвих потреб – у лікарських препаратах, матеріалах для будівництва і обробки помешкань, засобах пересування (як, наприклад, кінь, віслик), спілку-

ванні (як, наприклад, собаки, кішки і папуги).

Таблиця 7.1

### Іноземні представники міської флори

Вид	Географічне походження
Смерека колоча (форма срібляста)	Північна Америка
Туя західна	Північна Америка, Балкани
Каптан кінський	Північна Америка
Клен ясенелистий	Далекий Схід
Горіх маньчжурський	Північна Америка
Біла акація	Північна Америка
Тополя бальзамічна	Південна Європа
Бузок звичайний	Монголія
Карагана деревовидна (акація жовта)	Далекий Схід
Робінія звичайна (акація біла)	Північна Америка
Шипшина зморшкувата	Східний Сибір
Кизильник блискучий	Південна Європа
Жасмин звичайний	Азія, Африка, Австралія

*Друга група* – тварини і рослини, не одомашнені або окультурені в повному розумінні цих слів, а такі, що мешкають в неурбанізованому середовищі ін. природно-кліматичних зон, відмінних від даної. В містах вони можуть жити лише в житлах людини або в спеціальних спорудах (оранжерей, теплиці, тераріуми, акваріуми, вольєри і т. ін.), де штучно створюються і підтримуються умови існування цих видів. До цієї групи належать *екзотичні* рослини і тварини, що становлять основу наукових (зоологічні парки, ботанічні сади, розплідники) і приватних колекцій – кімнатні й оранжерейні рослини, акваріумні риби, мешканці тераріумів, інсектаріїв, декоративні птахи і ссавці.

*Третя група* видів – це також неодомашнені тварини і неокультурені рослини, які людина свідомо (навмисно) розселяє або вирощує в містах, але уже не в житлах, а в природно-антропогенних або антропогенних місцепроживаннях. У цій групі виділяють дві підгрупи: нові для регіону види – інтродуценти (уведені в культуру); аборигенні (автохтонні) види, що мешкають у нових або змінених умовах середовища.

Інтродуковані види в нових умовах проходять процес акліматизації, після чого вони або натуралізуються, тобто можуть існувати, зберігаючи життєздатність без втручання людини, або для їх існування (розмноження) необхідна постійна підтримка з боку людини у вигляді системи агротехнічних (для рослин) або

біотехнічних (для тварин) заходів – далекосхідні плямисті олені (*Cervus nippon Temm.*) у парках Європи або лані (*Dama dama L.*) у парках України, країнах Балтії.

*Четверта група* видів – це *ненавмисні інтродуценти*, «*види-прибульці*», поява яких в даному регіоні або місті не передбачалася людиною, але які поширилися і натуралізувалися завдяки людині, як агенту перенесення організмів, і в результаті антропогенних перетворень ландшафтів, супутніх урбанізації.

*П'ята група* видів – *синантропні*, тобто види, що живуть у селітебному ландшафті, в безпосередньому сусідстві з людиною: в житлах й інших спорудах, поблизу житла і тимчасових споруд і які поширюються у міру поширення ландшафту даного класу.

Сюди входять:

- види, еволюція яких, принаймні, з неоліту, проходила у контакті з людськими популяціями (наприклад, польові бур'яни, деякі таргани, воші, миша будинкова (*Mus musculus L.*);

- види, що лише у новий і новітній час освоїли екологічні ніші, параметри яких визначаються життєдіяльністю людини, його домашніх тварин і окультурених рослин, наприклад, голуб сизий (*Columba livia Gm.*), стриж чорний (*Apus apus L.*), горобець будинковий (*Passer domesticus L.*), щур сірий (*Rattus norvegicus L.*). Проте більш молоді синантропні види не «поривають» повністю зв'язок із своїми початковими природними місцепроживаннями і використовують їх, залежно від конкретних ситуацій разом з антропогенними.

*Шоста* і найчисленніша група видів – це *дикорослі рослини* і *дикі тварини*, що живуть у містах в різних місцепроживаннях – від слабо порушених і трансформованих природних до антропогенних. Тут існує велика різноманітність видів – від тих, що збереглися у вигляді малих залишків колись існуючих життєздатних популяцій, а нині приречених на вимирання, до активно або пасивно проникаючих у міста і процвітаючих в них.

Для уникнення негативних наслідків «наступу» міста створюють так звані екологічні коридори, які забезпечують міграцію видів і обмін генетичною інформацією. Усі види рослин, тварин, грибів і ін. – «союзники», «небажані сусіди» або «шкідники» формують флору і фауну міст, це «життя серед життя», що розвивається поряд з людиною, оскільки місто – це найскладніше з місце-



проживань, яке насичено різноманітними екологічними нішами.

### **7.3. Урбанізовані біогеоценози**

У сучасному місті ростуть декілька сотень видів рослин. Дослідження флори міста свідчать про перевагу видів рослин немісцевого походження, оскільки при заснуванні міста місцева рослинність витісняється з території міста або знищується. Це відбувається внаслідок розчищення території під будівництво шляхом вирубування лісів, переміщення ґрунтів, штучного покриття значних земельних ділянок асфальтом тощо. Попри те, що умови у містах відрізняються від тих, що були у сусідніх місцевостях, адвентивні види вливаються у міста широким потоком.

Усі види, що спільно мешкають на території міста, входять до складу урбоекосистеми і за допомогою взаємозв'язків формують складну мозаїку біотичних співтовариств (*біоценозів*). Кожний біоценоз займає певне місце на земній поверхні з відносно однорідними абіотичними умовами існування популяцій організмів, що входять до нього. Така ділянка називається *біотопом*. Біотоп разом з біоценозом, що його населяє, складає *біогеоценоз* – взаємообумовлений комплекс живих і неживих компонентів, зв'язаних між собою обміном речовини і енергії. Біогеоценоз є рангом екосистеми, межі якої співпадають з межами рослинного угруповання (фітоценозу). Біотоп – це результат перетворення біоценозом неорганічної складової біогеоценозу. За ін. рівних умов, чим більше різноманітність біотопів, тим різноманітніше склад біоценозів певної території.

Це положення повністю прийнятне і для урбанізованих територій, на яких різноманітність умов існування живих організмів формується при взаємодії природної і соціальної підсистем урбогеосоціосистеми з визначальною роллю перетворювальної діяльності людини. Такий підхід дозволяє виділити достатньо крупні біотопічні одиниці, які практично співпадають з класами антропогенного ландшафту і придатні для найбільш загальної характеристики рослинного покриву і тваринного населення будь-якого міста:

- водні і болотяні біотопи;
- біотопи забудованих територій;
- біотопи деревно-чагарникових насаджень;
- біотопи автомобільних, залізничних магістралей, трубопро-

водів, ліній електропередач з їх смугами відчуження;

- відкриті біотопи з переважанням трав'яної рослинності.

Усі біогеоценози, що склалися на урбанізованих територіях, відрізняються тим або іншим ступенем гемеробності, тобто окультуреності, індикатором якої є рослинний покрив.

Завдяки своїм живим компонентам, міста (як урбогеосоціо-системи) за допомогою своєї природної підсистеми залучені у глобальні біогеохімічні цикли і, таким чином, є елементами біосфери як частини географічної оболонки Землі.

#### **7.4. Комплексна зелена зона міста**

Території міських і позаміських насаджень, які формують комплексну зелену зону міста, об'єднують в просторово-територіальну систему, яка забезпечує їх архітектурно-планувальну і композиційну єдність.

*Комплексна зелена зона міста* – це науково обґрунтована сукупність територій (зелених зон) у межах населених місць і за містом, яка включає зелені насадження, водні простори та інші елементи природного ландшафту, що є своєрідним екологічним каркасом планувальної структури міста, і забезпечує рекреаційні, санітарно-гігієнічні, естетичні та соціальні функції з метою створення здорового довкілля для праці, спорту і відпочинку населення (Кучерявий В.П.).

Дерева, чагарники та газони разом з квітниками і водними поверхнями створюють сприятливі мікрокліматичні умови, виконують очисні функції, підвищують естетичний вигляд міських архітектурних ансамблів, є засобом натуралізації міського ландшафту. Зелені насадження сприяють утворенню постійних повітряних течій, котрі перемішують і розбавляють повітря, виносячи пил і шкідливі гази у верхні шари атмосфери, значно знижуючи їх вплив на людину, знижують теплову радіацію (до 5%), мають важливе рекреаційне та естетичне значення. Зелені насадження покращують електрогігієнічні властивості повітря, збільшуючи приблизно утричі кількість негативно заряджених іонів. У повітрі лісу ступінь іонізації кисню у 2-3 рази вищий, ніж над лугом і у 5-6 разів більший, ніж у міському повітрі.

Хвойний ліс з площі у 1,0 га за добу виділяє у атмосферу 4,0 кг летких фітонцидів, листяний ліс – близько 2 кг, тому у лі-

совому повітрі порівняно з міським значно менше хвороботворних мікроорганізмів. Так, у  $1 \text{ м}^3$  лісового повітря міститься 490 бактерій, а у  $1 \text{ м}^3$  міського повітря їх число досягає 3600.

Оптимальна норма споживання кисню на одну людину становить 400 кг за рік, тобто стільки, скільки його виділяють 0,1-0,3 га міських насаджень. За рекомендаціями ВОЗ, на одного міського жителя необхідно мати у місті  $50 \text{ м}^2$  зелених насаджень і  $300 \text{ м}^2$  – приміських.

Загальна площа території комплексної зеленої зони в розрахунку на міського жителя становить від 1 000 (для малих міст і селищ міського типу) до  $2\,200 \text{ м}^2$  (для великих міст). Площа території і межі комплексної зеленої зони уточнюються в кожному конкретному випадку залежно від природного району, характеру розташування й особливостей розвитку населених місць у групових системах, меж землекористування, наявності та розташування існуючих зелених масивів, водойм, які потребують окультурення, й ін. умов. Формування комплексної зеленої зони міста тісно пов'язане з вирішенням багатьох містобудівних, архітектурних, культурно-освітніх, інженерно-технічних, біологічних, агротехнічних, економічних та інших питань.

### ***Система зелених насаджень в місті***

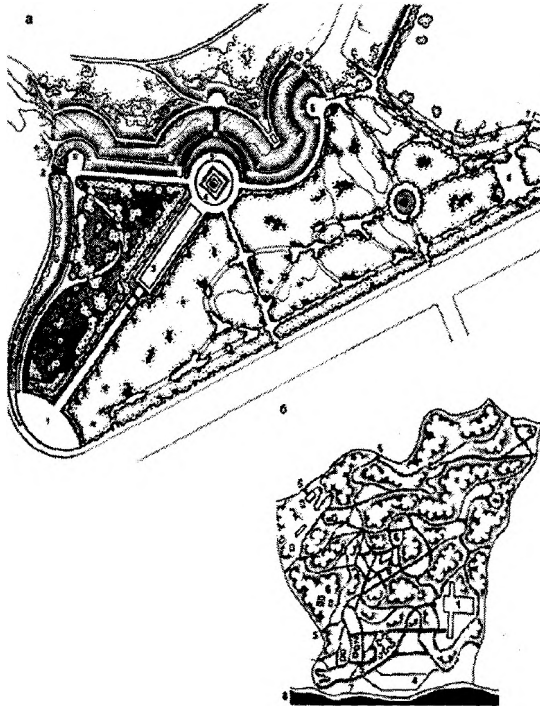
Озеленені території у місті і за його межами – парки, бульвари, сади, сквери, лісопарки, ліси, насадження у житлових кварталах, при установах і т. ін. є структурними елементами комплексної зеленої зони міста. Залежно від функціонального призначення, розмірів і розташування у плані міста і на його околицях, вони належать до різних категорій, які поєднують у три групи: насадження загального користування, насадження обмеженого користування, насадження спеціального призначення.

#### *Зелені насадження загального користування*

До цієї групи зелених насаджень належать озеленені зони міста, які призначені для масового короткочасного відпочинку населення (рис. 7.2). До таких насаджень відносять:

- парки: культури та відпочинку, міський парк відпочинку, спортивний парк (стадіон), ботанічний парк, зоологічний парк (звіринець), парк розваг, парк-виставк, лісопарк, парк-заповідник, національний парк, історичний парк, етнографічний парк, меморіальний парк, дитячий парк;

- міський сад, сквер, бульвар, насадження на вулицях;
- насадження при адміністративних і громадських установах;
- зони масового відпочинку.



**Рис.7.2. Приклади планувальної організації спеціальних парків**

*а* – меморіальний парк: 1 – головний вхід; 2 – додаткові входи; 3 – алея меморіальних поховань; 4 – обеліск із вогнем слави; 5 – оглядові тераси  
*б* – курортний парк у Ялті: 1 – готель «Ялта»; 2 – готель «Масандра»; 3 – кафе; 4 – стоянки автомобілів; 5 – входи до парку; 6 – основні композиційні вузли; 7 – приморська дорога; 8 – пляжна зона

Площу території парків, садів і скверів приймають: для міських парків не менше 15,0 га, парків планувальних районів – 10,0, садів житлових районів – 3,0, скверів – 0,5 га.

У загальному балансі території парків і садів площа озелених територій має бути не менше 70 %. При розміщенні парків максимально зберігають ділянки з існуючими насадженнями

і водоймами.

*Міські парки* за містобудівними та функціональними ознаками поділяють на дві основні групи: багатофункціональні і спеціалізовані.

До *багатофункціональних парків* належать загальноміські та районні парки масового відпочинку.

До *спеціалізованих парків* належать загальноміські та районні парки: спортивні дитячі, меморіальні, виставкові, активного відпочинку і розваг тощо. Існують такі схеми парків: замкнена, осьова, кільцева, кільцева з радіальними алеями, осьова променева, осьова зірчаста, осьова, променева, зірчаста.

*Дитячі парки* призначені для організації розваг, занять спортом, культурно-освітніх занять, естетичного виховання дітей у природному середовищі. Паркові території для дітей можуть організовуватись як самостійні міські об'єкти або входити до складу багатофункціональних парків, так і у вигляді окремих функціональних зон, розміщуватись у комплексі з будинками творчої роботи з молоддю. Орієнтовні розміри дитячих парків допускається приймати з розрахунку 0,5 м<sup>2</sup>/люд., включаючи майданчики і спортивні споруди.

*Спортивні парки* призначені для розміщення комплексів спортивних і фізкультурно-оздоровчих споруд і пристроїв, а також організації відпочинку відвідувачів у благоустроєному природному середовищі. Основні функціональні елементи спортивного парку такі: спортивне ядро з футбольним полем, майданчики для спортивних ігор, закриті спортивні споруди, місця відпочинку в природному середовищі.

*Меморіальні парки* призначені для організації місць пам'ятних історичних подій, садиб видатних діячів культури, науки, історії для тимчасового пізнавального відпочинку населення. При проектуванні меморіальних парків важливим є збереження рис, особливостей пам'ятного місця і збереження просторового вирішення меморіалу як єдиного архітектурного і ландшафтного комплексу.

*Зоологічні парки* (сади) призначені для створення експозицій рідкісних, екзотичних і місцевих видів тварин, збереження їхнього генофонду, вивчення дикої фауни та розробки наукових основ її розведення у неволі. На території зоологічних парків ви-

діляють функціональні зони, співвідношення яких становить: експозиційна – 50-80 %; науково-дослідницької роботи – 5-10 %; рекреаційна зі спорудами обслуговування відвідувачів – 25-40 %; господарського призначення – 2-10 %.

Архітектурно-планувальна організація території зоологічного парку базується на створенні єдиної функціональної й архітектурної композиції, яка забезпечує раціональне використання території, доцільної експозиції тварин у природному середовищі.

*Ботанічні сади* (парки) призначені для збереження, вивчення, акліматизації, розмноження в спеціально створених умовах і ефективного господарського використання рідкісних і типових видів місцевої та світової флори шляхом створення, поповнення та збереження ботанічних колекцій, ведення наукової, навчальної й освітньої роботи.

За розмірами ботанічні сади поділяють на: малі – до 30 га; середні – 30-100 га; великі – 100-300 га та надвеликі – більше 300 га. Для забезпечення необхідного, режиму охорони і ефективного використання території в межах ботанічного саду виділяються зони: експозиційна, наукова, заповідна, адміністративно-господарська.

Ботанічні сади створюються у містах – центрах науки і освіти, промислових центрах, курортних районах, а також у специфічних природних умовах. Їх розташовують на землях, які вилучаються з господарського використання. Архітектурно-ландшафтне середовище формується з урахуванням природних і містобудівних умов.

*Сквери* – це невеликі озеленені ділянки міста (0,5-2,0 га), призначені для короткочасного відпочинку, художньо-декоративного оформлення міських майданів, вулиць, громадських споруд, монументів та ін. За функціональним призначенням сквери поділяють на меморіальні, декоративні, виставкові, транзитні, історико-архітектурні, ігрові тощо.

Виразність архітектурної композиції скверу досягається виділенням одного з елементів ландшафту, як головного – монумента, фонтана, водойми, групи дерев. Архітектурно-планувальне вирішення скверу виконується залежно від його розташування, функціонального призначення, міського оточення, напрямків руху транспорту і відвідувачів.

*Бульвари* – це озеленені пішохідні дороги, призначені для транзитного руху, тимчасового відпочинку і прогулянок. Розміщення бульвару, його протяжність і ширину визначають з урахуванням архітектурно-планувального вирішення вулиці і її забудови. Залежно від містобудівних умов і типу бульвару його ширина може становити від 10 до 80 м.

Питома вага озелених територій різного призначення у межах забудови міст (рівень озелененості території забудови) повинна бути не менше 40 %, а у межах території житлового району не менше 25 % (включаючи сумарну площу озелененої території мікрорайону). Рівень озеленення структурних елементів зеленої зони міста загального користування може прийматися згідно з показниками, наведеними у табл. 7.2.

Таблиця 7.2

**Рівень озеленення території загального користування**

Структурні елементи зеленої зони міста	Рівень озеленення територій, %
Міські парки	65-80
Дитячі парки	40-55
Спортивні парки	15-30
Меморіальні парки	30-65
Зоологічні сади та парки	15-40
Ботанічні сади	40-70
Сквери	75-85
Бульвари	60-75

*Зелені насадження обмеженого користування*

До цієї групи відносять такі зелені насадження:

- житлових мікрорайонів і кварталів;
- при житлових будинках і присадибних ділянках;
- при клубах, палацах культури;
- при дитячих садках і яслах;
- при школах, коледжах і вищих навчальних закладах;
- при науково-дослідних установах;
- при промислових підприємствах;
- при лікарнях і інших лікувально-профілактичних установах;
- парк при санаторії, будинку відпочинку, учнівському таборі.

Дані насадження виконують естетичні і рекреаційні функції та призначені для короткочасного відпочинку населення, котре певним чином має відношення до закладів, на території яких розташовані озеленені ділянки, рівень озеленення яких наведено у

табл. 7.3.

Таблиця 7.3

### Рівень озеленення територій обмеженого користування

Структурні елементи зеленої зони міста	Рівень озеленення території, %
Житлові райони	Не менше 25
Ділянки шкіл	45-50
Ділянки дитячих закладів	45-55
Ділянки громадських споруд	40-50
Ділянки культурно-освітніх закладів	40-60
Спортивні споруди	30-50
Заклади охорони здоров'я	55-65

#### *Зелені насадження спеціального призначення*

До зелених насаджень цієї групи відносять озеленені ділянки, які в першу чергу, виконують певні захисні функції:

- захисні зони при промислових підприємствах (СЗЗ);
- захисні зони від несприятливих природних явищ (посадки що захищають від вітрів, сніжних і піщаних заносів);
- водоохоронні зони-посадки на берегах озер, ставків, водосховищ і річок з метою зменшення випаровування і захисту водойм від забруднення;
- насадження захисно-меліоративного призначення;
- насадження вздовж автомобільних доріг і залізниць;
- протипожежні насадження;
- насадження на кладовищах;
- питомники і квіткові господарства.

Зелені насадження поряд із кліматорегулюючими та ґрунтозахисними функціями є й специфічними живими фільтрами, які очищають повітря. Встановлено, що на 1 м<sup>2</sup> поверхні листових пластин у середньому затримується 1,5-3 г пилу (табл. 7.4), а 1,0 га зелених насаджень поглинає з повітря до 8 кг/год. СО<sub>2</sub>.

Правильно виконані планування і розміщення озелених зон і водних басейнів при проектуванні розвитку міст забезпечують природний повітрообмін, що сприяє самоочищенню повітря. Над забудованими кварталами виникають висхідні потоки повітря, що обумовлено акумуляцією сонячного тепла дахами будинків і асфальтованими вулицями. Ці потоки повітря відносять вгору забруднювачі, а над озеленими зонами виникає низхідний потік чистого повітря. У такий спосіб забезпечується



оздоровлення мікроклімату міста.

Таблиця 7.4

**Здатність деревних порід затримувати пил**

Порода дерев	Площа поверхні листя одного дорослого дерева, м <sup>2</sup>	Маса пилу, що затримується 1м <sup>2</sup> листя, мг	Маса пилу, який поглинається дорослим деревом за вегетаційний період, кг
Акація біла	8,0	1209	4,23
Айлант високий	202	1410	24,18
В'яз перистогіллястий	66	4062	18,19
Верба плакуча	157	8113	37,92
Гледичія триколючкова	140	5130	17,69
Горіх волоський	164	1444	19,03
Гірकोкаштан	78	1216	16,31
Клен польовий	171	3551	19,90
Тополя канадська	267	1022	34,12
Ясен зелений	195	1845	29,62
Ясен звичайний	124	1076	27,17

Озеленення прилеглих територій цехів і СЗЗ промислових підприємств відіграє велике значення також для захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу токсичних газів, шуму тощо (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

**Розподіл деревних порід за їх газостійкістю**

Ступінь газостійкості порід	Деревні породи та кущі
Стійкі	Лох вузьколистий, дуб звичайний, тополя канадська, верба, яблуня, скумпія, обліпіха, ялівець
Порівняно стійкі	Ясен зелений, айлант, софора японська, акація біла, гледичія, бузок звичайний, вишня магалебська, тополя біла, жимолость татарська, смородина золотиста, клен польовий, тамарикс, акація жовта
Слабостійкі	Тополя пірамідальна, тополя чорна, в'яз, ясен пухнастий, клен ясенелистий, сосна звичайна, амфора японська, клен татарський
Нестійкі	Ясен звичайний, клен-явір, клен гостролистий, липа дрібнолиста, каталька, гірकोкаштан, ліщина, ялина європейська, береза плакуча, модрина європейська

Особлива роль належить *зеленим зонам* за межами міст, до складу яких входять ліси і лісопарки. Вони виконують три основні функції: захисну, санітарно-гігієнічну та рекреаційну.

*Ліс* – це тип біогеоценозів, рослинний покрив якого сформо-

ваний з переважанням дерев, що займає площу не менше 0,01 га, із зімкнутістю пологу не менше 30 %, з особливим мікрокліматом біля поверхні і ґрунтовими умовами, що задовольняють вимогам специфічного угруповання організмів, які його населяють.

*Лісопарк* – обширний природний ліс поблизу крупного міста або усередині нього, пристосований для масового відпочинку, спорту, розваг і задоволення культурних потреб населення.

*Міськими* є ліси, що знаходяться у адміністративних межах міста.

Сукупність перерахованих територій складає систему зелених насаджень міста. Загальні розміри зелених зон встановлюють залежно від чисельності населення, природно-кліматичної зони та загальної лісистості території. Формування комплексної зеленої зони міста, її завершеність, наявність чи відсутність деяких структурних елементів залежать від природних умов, особливостей історичного розвитку міста, його розмірів тощо.

### **7.5. Нормування в озелененні населених пунктів**

Архітектурно-художній вигляд міста, як і якість його середовища, значною мірою залежить від площі озелених територій, що знаходяться в його межах. Вони також надають значні можливості для організації повноцінного відпочинку городян, здійснюючи позитивний вплив на їх психологічний стан. Особливий ефект досягається, якщо забезпечується безперервність зеленої мережі. Саме тому містобудівні норми передбачають певну площу озеленення на одного жителя. Добре озеленим вважають місто, у якому на 1 жителя припадає 20-30 м<sup>2</sup> і більше зелених насаджень загального користування (найбільш характерно для міст-курортів).

У містобудівній практиці велике значення має рівень озеленення території міста, що відображає відношення загальної площі різних видів зелених насаджень, розташованих у межах території міської забудови, до загальної площі міської забудови. Важливим фактором, що визначає специфічні особливості озеленення населеного пункту і впливає на кількісну сторону цього питання, є його місцезнаходження: біля великих водойм, лісових масивів, на безлісних і пустельних територіях тощо.

Оптимальну кількість зелених насаджень у населеному пу-

нкті, співвідношення цих насаджень у загальному балансі територій і їх раціональне розміщення визначаються нормами і прийомами проектування. Норми озеленення населених пунктів залежать від багатьох факторів: географічного розташування, природно-кліматичних умов, чисельності населення, господарського напрямку і функцій населеного пункту тощо (табл. 7.6).

Таблиця 7.6

**Площа озелених територій населених пунктів України, залежно від природних умов територій**

Озеленені території	Групи поселень	Площа озелених територій, м <sup>2</sup> /люд.			
		Полісся, Прикарпаття, Закарпаття	Лісо-степ	Центральний і Північний степ	Південний берег Криму
Загально-міські	Найзначніші, значні міста	10	11	12	15
	Середні міста	7	8	9	11
	Малі міста	8	10	12	15
	Сільські поселення	12	13	14	17
Житлових районів	Значні, великі міста	6	6	7	8
	Середні міста	6	6	7	8

Норми проектування виражають в абсолютних і відносних одиницях. Число зелених насаджень на одного міського жителя в метрах квадратних показує *забезпеченість* міста зеленими насадженнями. Площа зелених насаджень у місті, районі, мікрорайоні, що обчислюється у відсотках, показує *рівень озеленення* території. Згідно з нормами, рівень озеленення селітебної території міста має становити 50 %, території житлового району – 55-58 %, території мікрорайону – 65-70 %.

Питома вага озелених територій різного призначення у межах міської забудови (рівень озеленення) становить від 40 % до 50 %. Рівень озеленення територій міст, у яких розміщені теплоелектроцентралі, котельні, підприємства I і II класу шкідливості, з наявністю радіаційного та хімічного забруднення місцевості нормативні показники площі загальноміських озелених територій можуть бути збільшені на 15-20 %; у містах – великих залізничних вузлах – на 5-10 %.

Різні райони міста мають не однакову щільність населення,

тому площа насаджень має бути прямо пропорційною кількості населення в даному районі. За В. П. Кучерявим норму озеленення селітебної території розраховують за формулою:

$$H_{oc} = \frac{P_{жз} + P_{пт} + P_{тк} + P_{зм}}{K_{жс}}, \quad (7.1)$$

де:  $H_{oc}$  - норма озеленення селітебної території, м<sup>2</sup> на одного мешканця;

$P_{жз}$  – площа насаджень житлової забудови, м<sup>2</sup>;

$P_{пт}$  – площа насаджень промислових територій, м<sup>2</sup>;

$P_{тк}$  – площа насаджень транспортних комунікацій, м<sup>2</sup>;

$P_{зм}$  – площа зелених масивів загального, обмеженого користування і спеціального призначення, м<sup>2</sup>;

$K_{жс}$  – кількість міських жителів, чол.

Зелені насадження загального користування є найбільш важливим показником ступеня озеленення міста. Забезпеченість міського населення насадженнями загального користування (насадження вільної рекреаційної доступності) обчислюють за формулою:

$$H_{нзк} = \frac{P_n + P_c + P_{бн}}{K_{жс}}, \quad (7.2)$$

де:  $H_{нзк}$  - норма насаджень загального користування, м<sup>2</sup> на одного мешканця;

$P_n$  – площа парків, м<sup>2</sup>;

$P_c$  – площа скверів і садів, м<sup>2</sup>;

$P_{бн}$  – площа бульварів і набережних, м<sup>2</sup>;

$K_{жс}$  – кількість міських жителів, чол.

Усі категорії зелених насаджень представляють в сукупності єдину систему озеленення, у якій кожний об'єкт виконує свою функцію. Зелені насадження міста є важливою складовою навколишнього природного середовища, що шляхом реалізації різноманітного функціонального призначення беруть участь у формуванні безпечного життєвого простору людини, сприятливого для її проживання, буття як біологічної істоти та розвитку як особистості.



### **Контрольні питання**

1. Які основні чинники походження міської флори і фауни?
2. Охарактеризуйте види розселення рослинних і тваринних організмів.
3. Що означає термін «синантропізація» організмів?
4. Зазначте фактори діяльності людини, які сприяють створенню міської флори.
5. Які території міста відносять до озелених?
6. Дайте визначення комплексної зеленої зони міста. Які структурні елементи її складають?
7. На які групи поділяють зелені насадження за їх функціональною ознакою?
8. Охарактеризуйте зелені насадження загального користування.
9. Які парки належать до багатофункціональних?
10. Які парки належать до спеціалізованих?
11. З якою метою проводять нормування в озелененні населених пунктів?
12. Як розраховується норма озеленення сельбищної території?
13. Якою є оптимальна забезпеченість міста зеленими насадженнями?



### **Література**

1. Закон України «Про благоустрій населених пунктів» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2807-15>.
2. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T126400.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T126400.html).
3. Закон України «Про планування і забудову територій» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1699-14>.
4. Закон України «Про рослинний світ» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://ecopravo.org.ua/2011/07/01/zakon->

ukrani-pro-roslinnij-svt.

5. ДБН 360-92 «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень» [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://www.dnaop.com/html/29810/doc\\_360-92](http://www.dnaop.com/html/29810/doc_360-92)
6. Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon.golovbukh.ua/regulations/1521/8251/8252/484799>.
7. Лісовий кодекс України [Електронний ресурс] – Режим доступу : [http://urist-ua.net/кодекси/лісовий\\_кодекс\\_україни](http://urist-ua.net/кодекси/лісовий_кодекс_україни).
8. СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://document.ua/docs/tdoc2851.php>.
9. Екологія. Вступ до фаху : навч. посіб. / О. М. Климчик, П. М. Малярчук, Т. М. Мислива, В. П. Дубровський. – Житомир : Рута, 2008. – 344 с.
10. Касимов Н. С. Экология города : уч. пос. / Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин ; под общ. ред. Н. С. Касимова. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.
11. Кучерявий В. П. Фітомеліорація : навч. посіб / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2003. – 540 с.
12. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць : підруч. / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2005. – 456 с.
13. Мусієнко М. М. Екологія. Охорона природи : словник-довідник / М. М. Мусієнко, В. В. Серебряков, О. В. Брайон. – К. : Т-во «Знання», КОО, 2002. – 550 с.

## РОЗДІЛ 8 ТВАРИННИЙ СВІТ МІСТА

---

Люди живуть у містах вже декілька тисяч літ. Зростання чисельності міського населення викликає будівництво нових будівель, з'являються асфальтовані дороги, вокзали, аеродроми, канали і сміттєві звалища, а площа території, придатної для життя диких тварин, скорочується. Стрімке зростання міста супроводжується будівництвом багатоповерхових будинків, знищенням зелених насаджень, наступом на приміські ліси й заплавні луки. Активне розростання міст призводить до руйнування навколишнього середовища і натурального ландшафту. Внаслідок цього рослини і тварини втрачають ареали існування. Саме це становить найбільшу небезпеку, оскільки з кожним роком такі зміни охоплюють усе більші території. Небезпечним є також забруднення води, ґрунтів, повітря, через що тварини слабшають, легко стають жертвою хижаків і різних хвороб, а головне – різко зменшується їх репродуктивна здатність. За таких умов тільки окремі види можуть пристосуватися до нових місць проживання.

Разом з тим у процесі містобудування людина створює штучні екосистеми – міські споруди і будівлі, абсолютно невідповідні природним екологічним нішам, яких у природі ніколи не було. Нові місця існування привертають деяких тварин, які шукають тут собі притулок.

Наявність нових екологічних ніш (особливо з точки зору харчування і структури займаного простору) разом з кліматичними особливостями зумовила утворення незвичайних сполучень факторів і формування специфічних угруповань тварин, пов'язаних новими взаємовідносинами. Для багатьох видів міське середовище випадково виявилось ідеальним: вони не потребують еволюційних і поведінкових адаптацій. Для інших міські умови ворожі, і для виживання ці види змушені пристосуватись. В результаті цих процесів виникла нова, специфічна фауна, що не має аналогів у світі дикої природи – міська фауна або урбофауна.

Тваринний світ міст разом з рослинним є одним з головних індикаторів стану навколишнього середовища і якості життя міського населення.

## 8.1. Міська фауна

Місто є новим середовищем існування тварин, дуже специфічним за своїми умовами. Воно характеризується високою концентрацією різного роду забруднювачів природного середовища (хімічних і фізичних), значною кількістю штучних матеріалів, поганим станом ґрунту і рослинності та великою щільністю людського населення. Це – негативні чинники міського середовища, що перешкоджають розповсюдженню тварин у місті.

З іншого боку, велика кількість доступних харчових ресурсів (у вигляді різного роду складів і сховищ, звалищ) та різноманіття притулків (і зрештою величезна кількість потенційних екологічних ніш) є позитивними чинниками, що роблять місто привабливим для деяких груп тварин. Ще одним чинником поширення пвних видів у міському середовищі послужив так званий ефект локального перегріву. У містах тепліше, ніж у прилеглих до них районах, оскільки дороги і будівлі виконані з матеріалів, що абсорбують і зберігають тепло – асфальт, бетон, камінь.

У результаті виникнення і подальшого розростання міст, коли освоюються нові природні території, багато угруповань тварин, що їх населяють, руйнуються, частина видів мігрує в ін. місце, проте деякі види залишаються і поступово пристосовуються до нових умов. В першу чергу такими є найбільш екологічно пластичні тварини, особливо всеїдні, і ті, які швидко адаптуються до міського шуму, його мікроклімату, скупчення людей. Відбувається так звана *синантропізація* – пристосування організмів (у даному випадку тваринних) до існування поблизу людини (у населених пунктах, житлах і т. ін.). В одних випадках синантропізація пов'язана з виникненням нових поведінкових адаптацій (як у більшості птахів-синантропів), у ін. цього не відбувається, оскільки сама людина часом створює умови, близькі до природних, для таких форм тварин (наприклад, павуки в будинках).

Синантропи є першими мешканцями міста – це тварини часто якнайдавніші супутники людських поселень, тісно пов'язані з людиною. Вони мешкають поряд з людиною і концентруються усередині житлових і промислових комплексів (і майже відсутні в ін. біотопах) – блохи, воші, таргани (рудий і чорний), деякі види павуків, сизий голуб, будинковий горобець, сірий шур, будинкова миша. Певною мірою до синантропів можна віднести і до-



машніх тварин, два види яких (собаки і кішки) є істотними екологічними факторами міста.

Синантропів підрозділяють (за Н. Ф. Реймерсом) на *квартирантів*, що використовують тільки притулки поблизу людини (ластівки, стрижі, шпаки та ін.) і *власне синантропів*, що харчуються в межах житла людини (таргани, клопи постільні, шури й ін.). Види, окремі особини яких живуть поблизу від людини, тоді як основна частина – далеко від нього, називають *частковими синантропами* (качки в містах), а тих, що мешкають поблизу людей короткий час – *тимчасовими синантропами* (шпаки, ластівки й ін. перелітні птахи). Види, що одночасно існують у містах, віддаючи перевагу передмістям, пустирям і парковим зонам, і при цьому можуть існувати і поза містом, називаються *напівсинантропами* (різні види мурашок і ос, комарі, деякі види жужелиць, чубатий жайворонок, польовий горобець, чорний дрізд, сільська ластівка, деякі вороніві (ворона, грак), миша польова, полівки, хом'як).

*Гемерофобами* називають види, які витісняються антропогенними змінами ландшафту у неперушені райони.

*Гемеродіафорами* називають види, існування яких практично не залежить від антропогенної зміни ландшафту.

*Гемерофіли* віддають перевагу місцям існування, створеним людиною, використовуючи нові екологічні ніші.

*Місцеві види* проникають у місто з довколишніх ландшафтів. Центром їх існування є озеленені території. Фауна парків і садів близька до природної і достатньо багата видами, проте велику роль відіграє так званий острівний ефект, який полягає в ізольованому становищі зелених територій, у зв'язку з чим формується специфічна фауна. Її особливості – зменшення числа видів при віддаленні від крупних зелених масивів, велика чутливість «островів» до зовнішніх дій, повна відсутність деяких груп видів, що зустрічаються у початкових місцепроживаннях, а також зниження кількості первинних видів (і зростання чисельності видів, що залишилися) при просуванні до центру міста.

Значне число видів міської фауни є занесеними, або *адвентивними*. Саме так в місто потрапили рудий і чорний таргани, жуки-шкіроїди, фараонова мурашка, а зараз відбувається поширення американського таргана. Значно менші сезонні і добові

коливання температур, велика кількість теплих приміщень, їжі і води привертає в міста багато південних, у т. ч. середземноморських видів – сонечок, павуків, будинкового цвіркуна.

Занесення відбувається декількома шляхами. Самостійно проникають вже описані місцеві види. Причому значну роль відіграє рельєф місцевості (у гірських районах відбувається поширення уздовж ущелин і схилів), наявність водотоків (розселення водних і довколоводних видів) і крупних шосейних доріг. Особливий мікроклімат сприяє просуванню багатьох степових видів у більш північні міста. Багато павуків-«аеронавтів» ефективно використовують висотні будівлі для розселення і тому зустрічаються практично скрізь.

Дуже велику роль в розповсюдженні чужорідних для певної місцевості видів відіграють могутні потоки речовин, що надходять у місто: з їжею, будівельними й ін. матеріалами, саджанцями, з водою потрапляє величезна кількість різноманітних видів.

Деякі види тільки починають освоювати місто і тому зазвичай не особливо прагнуть сусідства з людиною. До них належать заєць, білка, багато видів кажанів, їжак, кріт, кам'яна куниця, ласка, горностаї (два останні види зустрічаються ще дуже рідко), олень, лань, кабани (останні трапляються у приміських лісах). На міських водоймах нерідко зимують і годуються кряк-ви, лисухи, лебеді-шипуні й інші. водні і довколоводні птахи.

Окремий інтерес представляють так звані *епілітні* види – мешканці скельних місцепроживань. Різноманітні міські споруди за структурою поверхні співставні зі скелями і представляють для цих видів придатні умови (будівельний субстрат, тріщини, отвори, їжа, сухий і теплий мікроклімат). До скельних видів належать: різноманітні павуки, багато перетинчастокри-лих (одиначні і суспільні оси і бджоли), деякі жужелиці і жуки-стафіліниди (мешканці плоских дахів), чубатий жайворонок, чорний дрізд, міська ластівка, стриж.

Найбільш численними у містах є популяції сизих голубів (які надають перевагу гніздуванню на балконах), чорного стрижа, галки, сипухи (віддає перевагу горищам і голубникам). Зустрічаються у містах і досить рідкісні хижі птахи, які зазвичай уникають людини, наприклад, сокіл-сапсан, який будує кубла на високих баштах і будівлях.

Підвальні приміщення за своїми характеристиками схожі з природними печерами, але відрізняються великою кількістю ко-рму і є прекрасною екологічною нішею для багатьох видів паву-ків, багатоніжок, слимаків, жужелиць, комарів а також гризунів.

Фауна поверхів, житлових і виробничих приміщень вивчена досить добре і в основному представлена синантропами (як пра-вило, таких, що належать до великої групи нахлібників – шкід-ників матеріалів і харчових продуктів та паразитів людини і до-машніх тварин) і налічує більше 300 видів, та власне домашніми тваринами. Для житлових приміщень це всім відомі блохи, воші, клопи, кліщі, таргани, а також фараонова мурашка, чорна садова мурашка, мікромешканці квіткових горщиків і домашніх рослин (попелюхи, ногохвістки), шкіроїди, пухоїди, цукрова лускатни-ця, міль, мухи, павуки, будинкова миша. Нерідко через каналіза-цію у квартиру проникає і сірий щур. Для виробничих і побуто-вих приміщень склад фауни істотно залежить від типу матеріа-лів, що зберігаються (їжа, шкіра, книгосховища і колекції).

Вертикальна структура міської фауни досить складна і різ-номанітна: від підвальних «печерних комплексів», від внутріш-ньобудинкових місць проживання, що не мають аналогів у жи-вій природі за мікрокліматом, до стін і дахів, схожих зі скель-ними ландшафтами. Велику роль відіграє й експозиція зовніш-ніх стін, що сприяє вселенню теплолюбних видів.

Процес заселення міст тваринами продовжуватиметься і на-далі. Проте існують деякі обмеження, що не дають сформувати-ся повноцінній міській екосистемі. В першу чергу – це поганий стан ґрунтів і рослинності, що є основою будь-якого стійкого бі-оценозу, а також специфічний мікроклімат у кожному місті.

Для ряду груп стримує чинником є конкуренція з боку синантропів (наприклад, щури можуть стримувати появу польо-вих гризунів, кішки і собаки – хижаків типу куниці і ласки). Крім того, зграї бродячих собак представляють значну загрозу для меш-канців приміських лісів і міських парків, у т. ч. для копитних. Зграї граків і ворон, що концентруються довкола антропогенних ландшафтів, розоряють кубла співочих і більш дрібних птахів.

Нарешті, сама людина – лімітуючий фактор при поселенні ряду видів тварин. Тим більш, що переважна більшість видів тва-

ринного світу по відношенню до людини є паразитами і небажаними супутниками людських поселень майбутнього.

На відміну від них види, що проникають у місто з довколишніх біоценозів, дуже привабливі для людини. Тому на сучасному етапі саме вони і є першими кандидатами на вселення у проєктовані екологічно стійкі міста. Проте для створення стійкого міського біоценозу необхідні усі компоненти екосистеми, оскільки навіть багаті антропогенні джерела їжі не можуть повністю замінити природний спектр кормів.

## **8.2. Видовий склад міської фауни**

Більшість тварин не пристосовані до життя на території міських кварталів або промислових зон. Однак деякі види більш поширені у містах, ніж у природних умовах.

Місто з його будівлями і парками є звичним місцем існування для багатьох тварин. Чисельність і видовий склад деяких тварин часто визначає ступінь екологічного благополуччя того або іншого району урбанізованої території.

Міська фауна самотутня і в кількісному, і в якісному відношенні, адже суттєва своєрідність міста полягає у мозаїчності часто абсолютно протилежних за характером місцемешкань. Крім того, численні місця існування міських тварин настільки ізольовані одне від одного спорудами, транспортними шляхами, що їх можна розглядати як острівні.

Тваринний світ міст істотно відрізняється від природної фауни: він набагато бідніше за видовою різноманітністю, ніж природні угруповання, тут нерідко переважають абсолютно ін. види, не типові для природних. В той же час фауна усіх великих міст різна, вона визначається географічним положенням останніх, їх розмірами і навіть історичними особливостями, професіями городян та ін. чинниками. Це стосується як міста в цілому, так і окремих місць існування представників урбофауни.

Тваринний світ у містах представляють: ссавці, птахи, земноводні, плазуни, риби, комахи.

Із *ссавців* найбільш поширеними є сірий пацюк, будинкова миша, кіт, собака.

*Сірий пацюк* проживає в основному у підвалах, нижніх поверхах будинків, у каналізації, тунелях метро, а також на звали-

щах та смітниках, де накопичується велика кількість харчових відходів. Пацюки відрізняються розумом та кмітливістю, легко адаптуються до умов середовища, що швидко змінюються. Вони наносять велику шкоду людині: поїдають та псуєть продукти харчування; оселяючись у таких місцях, як смітники і стічні канали, розносять небезпечні інфекції (туляремію, лептоспіроз, трихінельоз, сказ, чуму); руйнують споруди, підземні кабелі і комунікації. Майже 20 % пожеж у містах викликані замиканнями в електричних мережах, спричинених пацюками. За світовою статистикою, сьогодні на кожного жителя міста припадає щонайменше по одному щуру. Регулюванням популяції цього виду займається санітарно-епідеміологічна служба.

*Будинкова миша* обживає усі поверхи, віддаючи перевагу сухим приміщенням. Вона, як і щур, з давніх-давен живе біля людини і також належить до небезпечних шкідників: псує зерно у зерносховищах, продукти у продовольчих складах і житлових приміщеннях. В будинках, на відміну від щурів, миші селяться на усіх поверхах, але віддають перевагу нижнім і верхнім. Менше всього їх на середніх поверхах, що пов'язано з більш широкими можливостями для улаштування кубел у підвалах і на горищах. Миші також є носіями збудників захворювань, зокрема токсоплазмозу. Значне збільшення чисельності мишей у містах спостерігається з настанням холодів восени.

Характерними мешканцями міст є деякі види *кажанів*. Це нічні тварини, які гніздяться у темних кутках горищ, залізничних мостів, покинутих шахтах, дуплах старих дерев, і, як правило, є нейтральними по відношенню до людини..

Домінуючими популяціями ссавців у містах є *собаки і коти*, як домашні, так і безпритульні.

У містах часто зустрічаються *їжаки, кроти, тхір, ласка*. Усі вони комфортно себе почувають у міських умовах. *Білку* можна побачити навіть у центрі міста. Пристосувалась до життя в міських умовах *куніця кам'яна*, яка поселяється на горищах старих будинків, *борсук* та ін.

Найбільш розповсюдженими *птахами* міста є сірий ворон, сорока, сизий голуб, будинковий горобець, які складають 70 % усього пташиного населення.

*Сірий ворон* нині повністю пристосувався до життя у місті: у

нього є різноманітні місця харчування, він не боїться міського шуму і людини. Близько 40 % популяції сірого ворона веде осілий спосіб життя. Взимку кількість ворон зростає за рахунок птахів-мігрантів. Чисельність популяції воронових, у т. ч. галок і грачів, може досягати в крупному місті 0,3-1,0 млн. особин.

*Сизі голуби* ведуть осілий спосіб життя у містах. Основним джерелом, що зумовлює існування голубів, є харчові відходи. Вони небезпечні для здоров'я людини, оскільки від 40 до 90 % птахів заражені орнітозом. На горищах, де гніздяться голуби, розмножуються кліщі, блохи, мухи, моль. Послід голубів спричинює руйнування будівель та архітектурних пам'яток.

*Будинковий горобець* – постійний супутник людини у місті з давніх часів. Він знищує комах-шкідників, але разом з тим 12 % птахів заражені токсоплазмозом – паразитарним захворюванням людини і тварин (відомий ланцожок горобець – кішка – людина).

*Хижі птахи* міст, особливо соколи, легко адаптуються до міських умов. Наразі їх використовують для охорони аеропортів від ін. пташок, які часто стають причинами аварій літаків.

Із водоплавних птахів найбільш пристосованими до умов міста є качка-кряква. Синиці, дрозди, дятли, трясогузки, ластівки, зяблики, шпаки також виявили високу адаптаційну здатність до умов міста. Деякі з птахів постійно живуть у містах, вважаючи його рідною домівкою – голуби та горобці, а також кільчасті горлиці, сороки та сойки. Інші птахи з'являються у містах тільки у зимовий період. Це снігурі, омелюхи, чечітки і горіхівки. Багатотисячні зграї грачів і галок з настанням зими заповнюють двори, сквери і парки. Також значно збільшується кількість синиць.

*Іхтіофауна* міста також зазнає значного антропогенного тиску. Побутові і промислові відходи, що потрапляють до водойм, шкодять усім водним організмам, що їх населяють. До видів *риб*, що найчастіше зустрічаються у міських водоймах, належать краснопірка, плотва, жерех, карась, лин, лящ, товстолобик, сом, судак та ін. Споживати рибу, виловлену в межах міста, категорично забороняється, оскільки у їхніх тілах накопичуються важкі метали (плумбум, арсен, ртуть), нафтопродукти і пестициди.

*Земноводні* (звичайний і гребінчастий тритони, трав'яна, зелена і озерна жаба, жерлянка червоно пуза й ін.) та *плазуни* (ящірка живородна і прудка, вуж звичайний, веретільниця лам-

ка, га-дюка звичайна) у містах збереглися в основному на заповідних територіях; на незабудованих ділянках (пустирі, лісопарки, смуги відчуження вздовж транспортних магістралей); на територіях, що перетворені людиною, але частково зберігають природні риси (парки, сади). У окремих випадках деякі види можуть існувати у сильно перетвореному середовищі (звалища, залізничні насипи). Кількість земноводних і плазунів у містах стрімко зменшується, особливо ящірок, вужів, гадюк, оскільки вони є більш уразливими в міському середовищі, що зумовлюється їх біологічними особливостями.

*Ентомофауна* міст представлена великою кількістю видів, які розповсюджені у різних, численних місцях існування.

*Кімнатна муха* є постійним супутником людини, вона не живе поза містом, в умовах дикої природи. Мухи є переносниками хвороботворних бактерій або яєць гельмінтів. Вони здатні переносити більше 100 видів мікробів: сальмонели, стафілококу, кишкової палички та ін. збудників, які спричинюють такі захворювання як холера, дизентерія, гепатит, туберкульоз, поліомієліт. Проте саме личинки мухи знищують величезну кількість відходів, що гниють.

*Таргани*, особливо рудий та чорний, є типовими синантропами. Вони становлять для людей певну небезпеку: пеують продукти харчування, переносять різні хвороби (тиф, холеру, дизентерію, туберкульоз та яйця гельмінтів). Продукти їх життєдіяльності є небезпечним алергеном.

*Комарі* – багаточисельні мешканці міст, вони розповсюджені скрізь: на забруднених водоймах, на очисних спорудах, у підвалах. У теплих і вологих підвалах комарі розмножуються цілодобово і по вентиляційній системі потрапляють до квартир.

Дуже важливою в містах є роль *перетинчастокрилих*. *Бабки*, *метелики* допомагають підтримувати репродукційний потенціал травостою на пустирях, у парках і скверах, запилюючи багато рослин нижнього ярусу. *Мурахи* та *оси* виконують функцію санітарів, вигодовуюючи своє потомство попередньо убитими або паралізованими комахами. Проте вони надокучають своєю присутністю господарям і розносять деякі види хвороб.

У місті існує багато різних *екосистем*. Всі вони у тій чи іншій мірі залежать від людини та її господарської діяльності. Кі-

лькість і видовий склад синантропних тварин є важливим показником екологічного стану міст, якості життя населення. Не коректно поділяти зазначених тварин на корисних і шкідливих. Усе набагато складніше – кожний вид виконує певні функції, у т. ч. й ті, які корисні для людини, зокрема санітарні.

Місцями помешкання деяких представників міської фауни, де сформувалися специфічні міські екосистеми, є: житлові будівлі, двори селітебної зони, приміщення харчової промисловості, транспортні зони, теплиці, кладовища, зоопарки, ботанічні сади парки та пустирі.

### 8.3. Екосистеми житлових будинків

Житлові будинки за своєю структурою обумовлюють мозаїчність життєвих умов. Усередині будинків виділяють *три основні зони*: горища, поверхи, підвали.

Для *горищ* характерні максимальні амплітуди коливань температури протягом доби і року. Горища в основному сухі, за деякими виключеннями. Джерелом живлення для усіх організмів є деревина. На ній поселяються гриби, якими в свою чергу живляться різні тварини.

Деревина та підвищена температура створюють оптимальні умови для розвитку деяких видів комах, і в першу чергу для жуків – домового вусача (*Hylotrupes bajulus*) і різних видів точильників (наприклад, *Anoblidae*).

Горища широко використовуються різними видами кажанів, а також різними птахами для гніздування, і перш за все – сизим голубом (*Columba livia*). Його гнізда, а також підстилка з екскрементів кажанів заселяються багатьма видами членистоногих, які часто створюють гігієнічні проблеми для жителів будинків.

Регулярно зимують на горищах деякі види метеликів, наприклад кропивниця *Aglais urticae* та павичеве око *Inachis io*, на зимівлю проникає золотоглазка *Chrisopella carnea*. Деякі види сонечка зимують на горищах цілими поселеннями – це *Adalia bipunctata*, *Oenopia conglobat*.

Характерною твариною горищ є чорний пацюк *Rattus rattus*, чисельність якого у містах знизилася, оскільки нині на горищах майже не зберігають продукти харчування.

Екологічно фауна *поверхів будівлі* поділяється на такі групи:



шкідники запасів, шкідники матеріалів, паразити людини, паразити домашніх тварин, мешканці домашнього пилу, мешканці плісняви, фауна квіткових горщиків і кімнатних рослин, синантропні двокрилі, павуки, фауна холодильників і випадкові.

Наразі існує більше 300 видів специфічних домашніх комах. Їх частка серед акліматизованих та занесених видів дуже висока. Присутність у квартирах шкідників запасів залежить, перш за все, від харчового субстрату.

Постійними мешканцями *квартир* стали деякі теплолюбні види щетинохвісток. У квартирах і складських приміщеннях широко розповсюджена цукрова лускатниця (*Lepisma saccharina*). Основною їжею для неї є цукор, крохмаль, ін. вуглеводи, які комахи добувають навіть з проклеєного паперу та ганчірок.

Типовим мешканцем квартири є кліщ домашнього пилу. Різні види кліщів, перш за все пірогліфіди, які харчуються фрагментами шкіри і волосся, є складовою частиною інгаляційних алергенів домашнього пилу, серед них: *Euroglyphus maynei*, *Dermatophagoides pteronyssinus*. Наприклад, при дослідженні проби пилу у квартирах Гамбурга виявлено 35 видів кліщів з 22 родин. Вони накопичуються в основному у постелях, де зустрічаються у сотні разів частіше, ніж у решті домашнього пилу.

Деякі види ногохвісток також стали мешканцями квартир. Особливо часто зустрічається вид *Seiradomes tica*. Часто у квартирах зустрічається також *Entomobria marginata*, що пов'язано з наявністю пліснявих грибів.

На кімнатних рослинах поселяються різні комахи, зокрема попелиці, білокрилки, кокциди. Так, червець *Pseudococcus adonidum* мешкає на різних кактусах. Грунт у горщиках заселяється деякими видами ногохвісток, особливо дрібними видами (0,8-2,0 мм). Одні з них зустрічаються регулярно (наприклад, *Folsomia fimetaria*, *F. Candida*, *Neelus minimus* та ін.), інші – випадково.

Переобладнання непостійно опалюваних приміщень у постійно опалювані обумовило глибокі зміни у складі фауни. Так, фараонова мураха та терміт (*Monomorium pharaonis*, *Reticulitermes flavipes*) зустрічаються тільки у постійно опалюваних приміщеннях. Розвиток точильника (*Anobium punctatum*) припиняється при включенні центрального опалювання. Постійно опалювані будинки сприятливі для поселення деяких жуків-шкіро-

їдів (*Dermestes haemorrhoidale*, *Trogoderma angustum*) та ін.

Зміна чисельного співвідношення у містах між чорним (*Blatta orientalis*) та рудим (*Blatteila germanica*) тарганами також пояснюється істотним збільшенням частки постійно опалюваних будинків – більш теплий та сухий мікроклімат у приміщеннях сприятливий для другого виду. Розвитку одяжної молі (*Tineola bisse-lliella*) сприяють тепло і сухість; ця комаха стала постійни мешканцем внутрішньобудинкових приміщень після того, як була завезена у Європу з Африки. У постійно опалюваних будинках міль може давати 3-4 покоління за рік, у той час, як в ін. умовах – усього 1-2.

Холодильники вважаються непридатним для життя місцем, але у квартирах вони являють собою специфічний біотоп, в якому мешкають чорна садова мурашка (*Lasius niger*) та рудий тарган, або прусак (*Blattella germanica*). У холодильних камерах можуть мешкати і популяції будинкової миші (*Mus musculus*).

Присутність специфічних видів тварин у *підвалах* залежить від сукупності абіотичних факторів, притаманних цим приміщенням: темнота, низька температура, висока вологість повітря, наявність їжі – харчові продукти, що тут зберігаються, дерево, плісняві гриби. Власне підвальними можна вважати лише деякі види тварин, решта ж виявляється або їх здобиччю, або використовує підвали для зимівлі. Сюди постійно потрапляють тварини із сусідніх біотопів, у т. ч. із занесеними людьми матеріалами (картопля, овочі, дерево, тощо).

Із рівноногих (мокриць) у підвалах особливо часто зустрічаються *Oniscus asellus*, *Porcellio scaber* – вони живляться овочами, які тут зберігаються. Різні багатохвісткі відмічаються більш-менш регулярно, наприклад кістянки (*Lithobius forficatus*), які заносяться з овочами, та *Lithobius melanops*.

На запліснявілих стінах мешкає плісенейд (*Orthoperus atomarius*) з родини *Orthoperidae* та *Mycetae hirta* (*Endomychidae*). Попелиця (*Rhopalosiphonius latysiphon*) живиться проростками картоплі, поселяється також на селері, моркві і цибулі.

Вирішальними факторами для поселення у підвальних приміщеннях павуків (*Amaurobius ferox*, *Steatoda bipunctata*, *Pholcus phalangioides*) є температура та вологість повітря. Будинковий цвіркун (*Acheta domesticus*) живе переважно у теплих, отоплюва-

них підвалах. З жуків у підвалах живуть жужелиці (*Sphodrus lecopthalmus* і *Pristonychus terricola*), а також чорнотілки (*Blaps mortisaga*, *Blaps mucronata*). Крім того тут зустрічаються безкрилий стафілін (*Staphylinus oter*) та ін. стафілініди. Часто у великій кількості зустрічаються кровосисучі комарі (*Culiseta annulata*, *Culex pipiens*). Фрукти, овочі та картопля, що зберігаються у підвалах, дозволяють існувати багатьом видам мух – дрозопіл (*Drosophila melanogaster*) та горбаток (*Phoridae*).

Типовими елементами підвальної фауни є деякі молоски, наприклад, підвальный слимак (*Limax flavus*) – цей вид інколи зустрічається у квартирах (у ваннах), а у природі не виявлений. Він живиться овочами, грибами, квітковими цибулинами.

Серед ссавців постійним мешканцем підвалів є сірий щур (*Rattus norvegicus*) та будинкова миша (*Mus musculus*). Людина постійно веде боротьбу з гризунами, намагаючись зменшити їх чисельність. Цікавим є той факт, що якщо будинкова миша виживає у цих умовах за рахунок дуже швидкого розмноження, то щури тим чи іншим чином пристосовуються до методів боротьби з ними. За декілька поколінь вони зуміли виробити імунітет до деяких отрут, навчилися уникати багатьох пасток, поступово освоюють нові території.

#### 8.4. Екосистеми дворів селітебної зони

*Біотоп зовнішніх стін будинків.* Неозеленені зовнішні стіни будинків заселяються павуками різних родів: *Cyphereira ixobola*, *Amaurobius similis*, *Harpactea rubicunda* та ін. Сонячні стіни та кам'яні огорожі заселяються також павуком-скакуном (*Salticus scenicus*). На стінах зустрічається вид *Sitticus pubescens*, який мешкає також у каменоломнях і на стовбурах дерев, деякі види сінокоscів (*Opiliones Phalangida*) та багато ін.

У заповнених розчином швах будинків поселяється бджола-колетес (*Colletes daviesanus*), яку вважають шкідником будинків. Щелепами вона вибирає будівельний розчин, її гніздові ходи пристосовані до структури швів. У цементних швах, тріщинах стін та у старих віконних рамах гніздяться бджоли-осмії (*Osmia caerulea*, *Hylaeus communis*, *Hylaeus hyalinatus*). Кам'яні, глиняні та дерев'яні стіни заселяються й ін. видами бджіл, причому навіть на висоті до 16 м.

*Покрівлі.* Гравійно-бітумні покрівлі мають тільки їм властиві рослинні асоціації, тому на них мешкають своєрідні тваринні угруповання: близько 60 видів жуків, шість видів попелиць, різні види ос. Серед жуків найбільш чисельні *Simplocaria semistriata*, *Helophorus nubilus*, *Xantholinus linearis*, які живляться в основному мохом. Мешкають у цих біотопах і цикадові та клопи, гусениці метеликів-совок (*Triphaena pronuba* і *Agrotis exclamationis*), деякі види ногохвісток (*Bourlettiella hortensis*, *Orchesella cincta*, *Ento-mobrya multifasciata*). Серед павуків переважають *Meioneta rurestris*, *Erigone dentipalpis*, *E. Atra*.

Інколи на покрівлях гніздиться невеликий горобцеподібний птах – чубатий жайворонок (*Galerida cristata*).

*Балкони.* Тут гніздяться деякі птахи: будинковий горобець (*Passer domesticus*), зеленушка (*Carduelis chloris*), сільська ластівка (*Hirundo rustica*) та чорний дрізд (*Turdus merula*). Міська ластівка (*Delichon urbicum*) часто гніздиться під балконами. Балконні рослини, наприклад, очиток (*Sedum spectabile*) служить кормом для перетинчастокрилих, що поселяються в стінах будинків (бджоли *Hylaeus communis*, *H. hialinatus*). В систему ходів проникає на зимівлю оса (*Pemphredon montanus*). Великогорова оса (*Philanthus triangulum*) гніздиться у одвірках і квіткових ящиках.

На більш високих будинках оселяється сіра галка (*Corvus monedula*), а також пустельга (*Falco tinnunculus*) і чорний стриж (*Apus apus*) – мешканці скель у природному середовищі.

*Двори.* Рослинність є головним автотрофним компонентом екосистеми житлового двору, або мікрорайону. Певні властивості деяких дерев дозволяють їм розвиватися навіть у центрі міст, переносячи стресові впливи антропогенного характеру. Якщо дерева хворі, вони заселяються ксилофагами (рослиноїдними організмами, як правило – комахами) і короїдами.

На поодиноких деревах (солітерах) гніздяться кільчаста (садова) горлиця (*Streptopelia decaocto*), лазорівка (*Cyanistes caeruleus*), садова горихвістка (*Phoenicurus phoenicurus*), велика синиця (*Parus major*), звичайний шпак (*Sturnus vulgaris*) тощо.

З *комахоїдних* на прибудинкових територіях можна зустріти їжака звичайного (*Erinaceus europaeus*), крота звичайного (*Talpa europaea*). Сюди ж належать і *рукокрилі*, які у містах континентальної Європи представлені в основному комахоїдними *кажа-*

нами. Ключовими екологічними чинниками, що визначають стійке існування рукокрилих у місті, є добрий стан кормової бази (висока чисельність і різноманітність нічних літаючих комах), а також наявність притулків з відповідним мікрокліматом. Кам'яні будівлі із залізним дахом і дерев'яними перекриттями якнайкраще підходять для таких притулків, оскільки завдяки поєднанню матеріалів з різною теплопровідністю і теплоємністю там створюється мозаїчний температурний режим.

Із роду *гризунів* зустрічаються польова (*Apodemus agrarius*) і лісова (*Apodemus uralensis*) миші, звичайна (*Microtus ex grex arvalis*) і східноєвропейська (*Microtus Schrank*) полівки, звичайний хом'як (*Cricetus cricetus L.*) і білка (*Sciurus*). Сама білка не прагне сусідства з людиною, проте, опинившись в межах міста, легко пристосовується до міського середовища. Цьому значною мірою сприяє підгодівля тварин, хоча, звичайно, основним кормом для білок є насіння хвойних дерев.

До життя в місті завдяки високо розвинутій вищій нервовій діяльності добре пристосовуються *хижі ссавці*. Серед хижаків зустрічається чорний тхір (*Mustela putorius*), ласка (*Mustela nivalis*), звичайна або руда лисиця (*Vulpes vulpes, syn. Vulpes fulva*). Ласка може жити скрізь, де є дрібні гризуни – руді полівки, лісові миші. Лисиці також не рідкісні гості у місті. Вони пристосувалися влаштовувати нори під шматками покинутого цементу і в ін. місцях, які важко розрити, розкопати бракон'єрам або собакам. Іноді вони поселяються навіть у забудованій частині міста, звикаючи до його шуму (рис. 8.1). Такий випадок відомий у м. Чернігові ще наприкінці 90-х років минулого століття.



Рис. 8.1. Руда лисиця у Лондоні

Дещо уособлено у міській фауні виділяються *безпритульні тварини*, найбільшою мірою собаки і кішки (рис. 8.2). Даній проблемі приділяється дуже велика увага, оскільки ці тварини є потенційно небезпечними для людини. Вони погіршують санітарно-епідеміологічну ситуацію, переносячи різні захворювання, на які можуть хворіти не тільки ін. тварини, але і людина (сказ, лептоспіроз, дирофіляріоз, токсоплазмоз, гельмінтози й ін.).



*Рис. 8.2. Безпритульна собака (м. Житомир)*

Також щорічно досить велика кількість людей страждає від нападу на них здичавілих тварин. Покинуті своїми господарями, собаки об'єднуються у великі зграї. Вони небезпечні для людини, оскільки можуть передавати деякі захворювання. Захищаючи свою територію, собаки проявляють агресію по відношенню до людини.

### **8.5. Екосистеми приміщень харчової промисловості**

*Пекарні.* Типовими мешканцями пекарень є рудий та чорний таргани, будинковий цвіркун, фараонова мураха, млинова вогнівка, амбарні кліщі, чорнотілки та деякі щетинохвістки. Для існування цих видів необхідна висока температура. Щетинохвістка термобія будинкова (*Thermobia domestica*), яка походить із Середземномор'я, мешкає виключно в пекарнях, де живиться борошном та борошняними виробами.

*Млини, сховища борошна та зерна.* Борошно та оброблене зерно різних культур – це місце існування специфічної фауни – наприклад, деяких видів комах із родів (*Sitophilus*, *Trogoderma*, *Ephestia*, *Sitotroga*), а також ряд їх паразитів, які у природі не

зустрічаються. Вона включає і деяких вторинних консументів, наприклад, жуків-карапузиків (*Histeridae*) і стафілінід, які живляться личинками двокрилих. Млинові відходи заселяються жуками-чорнотілками та шкіроїдами. Крім того, на млинах і у коморах присутні мікробіотопи і для тварин, у яких зернові продукти не є основною їжею.

У цих приміщеннях виявлено близько 407 видів членистоногих, 156 видів жуків, 83 – двокрилих, 51 – перетинчастокрилих, 36 – павуків, 26 – лускокрилих.

*М'ясокомбінації.* На цих підприємствах є два джерела харчування: готові продукти та відходи переробки. Деякі види падаличних та сірих м'ясних мух (*Calliphoridae*) і (*Sarcophagidae*) заселяють свіже м'ясо і тому постійно мешкають на скотобійнях і м'ясокомбінатах. У деяких випадках джерелом живлення служить не саме м'ясо, а личинки цих двокрилих, які поїдаються, наприклад, жуком-стафіліном (*Creophilus maxillosus*). На складах кісток м'ясокомбінатів мешкають різні птахи: чайки, граки, шпаки, сороки, галки, ворони, синиці, чорні дрозди, канюки, горобці.

*Винні сховища.* Винні льохи відрізняються від звичайних підвалів: в них більш постійна температура, більша вологість повітря, специфічні харчові субстрати, зокрема дерево, що обросло водоростями та грибами. Тому тут існують особливі види тварин, такі, як метелик (*Dryadaula pactolia*), та види з більш широкою екологічною амплітудою – метелик (*Oenophila flavum*) й ін. представники родин (*Tineidae*, *Oenophilidae*, *Gelechiidae*), гусінь яких живиться водоростями та грибами, що ростуть на діжках, стелях і стінах. У винних льохах зустрічається жук (*Orthoperus atomarius*), який поїдає плісень, різні види мух дрозоділ (*Drosophilidae*) та грибний комар (*Macrospera sp*).

## 8.6. Екосистеми транспортних зон

*Вулиці, місця стоянок автотранспорту та бруковані тротуари* заселяються різними перетинчастокрилими, особливо тими видами, які мешкають у піску. Абіотичні фактори проїжджої частини суттєво відрізняються від пануючих на суміжній території і створюють специфічні мікрокліматичні градієнти. Велике значення тут має температура, яка під вуличним покриттям значно вища, ніж у відкритому ґрунті, тому у цьому середовищі налічу-

ється близько 22 видів комах з родин *Formicidae*, *Mutillidae*, *Pompilidae*, *Anthophoridae*, *Andrenidae*, *Halicidae*, *Melittidae* та ін. Зустрічаються й гнізда піскової оси (*Crabronidae*), які розміщуються у проміжках між бруківкою тротуарів та деякі види риючих ос (*Sphecidae*). У брукованому просторі на вулиці зустрічається до 71 виду тварин, які утворюють певні трофічні ланцюги.

*Дороги* створюють трофічні ніші, наприклад для трясогузки білої (*Motacilla alba*), звичайного шпака (*Sturnus vulgaris*), їжака звичайного (*Erinaceus europaeus*), які збирають розчавлених комах з проїжджої частини; а також для птахів, що ловлять комах, – чорного стрижа, міської та сільської ластівок.

Озелененні узбіччя доріг створюють сприятливі умови для рослиноїдних видів, які живляться фруктами і насінням – будинковий горобець, чубатий жайворонок, чорний дрізд, зеленушка та для деяких фітофагів. Відмічено близько 67 видів комах, які запилюють рослини на узбіччі. Деякі види ссавців (наприклад, заєць сірий) також використовують місцеві харчові ресурси.

*Міські мости* регулярно заселяються деякими видами тварин, зокрема павуками (*Cyphopeira sericata*), а також птахами – міською ластівкою, білою трясогузкою та будинковим горобцем. У зоні *залізниць* багато відкритого ґрунту: каменю, піску, гравію і природного ґрунту. Залізничні насипи є придатними біотопами для ящірки роду (*Lacerta*), оскільки часто нагріваються сонцем. На залізничних спорудах також оселяються бджоли (*Dasypoda plumipes*), у старих гниючих шпалах може жити жук-вувзьокрилка (*Oedemeridae*). На чагарниках залізничних насипів виявлені різні види сарани (*Acrididae*).

### **8.7. Екосистеми спортивних споруд, теплиць і кладовищ**

*Спортивні споруди* виділяють в окрему екосистему завдяки специфічності їх функціонального призначення. На них є місця, як позбавлені рослинності, так і газони, посадки декоративних дерев і чагарників. Коротко підстрижена трава сприятлива для розмноження личинок червеного нехруща (*Amphimallon solstitialis*, *Scarabaeidae*). Серед попелиць переважають *Amara aenea*, *Calathus fuscipes*. Типовими представниками стадіонів також є чубатий жайворонок та зайці.

*Теплиці*. У теплицях у зв'язку з ізоляцією від зовнішнього



середовища гідротермічний режим значно відрізняється від суміжних територій, своєрідні тут також склад ґрунту і флори. У оранжереях добре ростуть і тропічні види. Загалом нараховується близько 800 видів тепличної фауни. Значну частку видів можна назвати космополітами теплиць, оскільки у різних теплицях спостерігається одноманітність видового складу фауни. У невеликих водоймищах теплиць мешкає завезена з Бразилії прісноводна медуза (*Craspedacusta sowerbyi*). Живуть тут і завезені з тропіків плоскі черви (*Placocephalus kewensis*, *Rhinchodemus bilineatus*), кільчасті черви з Японії (*Eisenia japonica*), із Середземномор'я – (*Dendrobaena veneta*). Мікрокліматичні умови теплиць сприяють розвитку популяцій павуків (*Ostearius melanopigius*, *Hasarius adansonii*) з декількох тисяч особин. Піонером заселення теплиць вважається павук-космополіт (*Achaearanea tepidariorum*).

Теплолюбні рівноногі (*Porcellio laevis*, *P. Dilatatus*), які часто зустрічаються у теплицях, завезені із Середземномор'я. Серед багатохвісток поряд з численними євріпотентними видами відомі специфічні мешканці теплиць, наприклад, *Sinella coeca*. Вони часто розповсюджуються по світу з цибулинами рослин і бульбами. Це – антропогенні космополіти.

У теплицях мешкає східноазіатський жук (*Ptilodactyla luteipes*). Цілий ряд тепличних трипсів мешкають і у квартирах: *Parthenothrips dracaenae*, *Hercinothrips femoralis* та ін.

*Кладовища.* Особливістю кладовищ є певна статичність, що обумовлено специфічним ставленням населення до них. Це сприяє появі на кладовищах багатьох видів тварин, особливо хребетних. Спостерігається висока різноманітність видів членистоногих (що змінюються у просторі і часі): близько 46 видів денних метеликів, 61 вид шовкопрядів, 133 види совок, 108 видів п'ядениць. Таке багатство видів обумовлене наявністю великої кількості кормових рослин. Особливим харчовим ресурсом є старий хмиз вінків, у якому мешкає жук-плоскотілка (*Silvanoprus fagi*). Звичайним на кладовищах є також жук *Rhizophagus parallelocolli* (*Rhizophagidae*). Навесні на пам'ятниках і кам'яних стінах можна спостерігати масове його скупчення (декілька тисяч особин).

На кладовищах багато видів птахів, які мешкають і в природних приміських біотопах з подібною структурою. Це будинко-

вий горобець (*Passer domesticus*), зеленушка (*Carduelis chloris*), чорний дрізд (*Turdus merula*), зяблик (*Fringilla coelebs*), польовий горобець (*Passer montanus*), велика синиця (*Parus major*), лісовий голуб (*Columba palumbus*), коноплянка (*Carduelis cannabina*), звичайний шпак (*Sturnus vulgaris*), садова славка (*Sylvia borin*).

Кладовища часто відвідуються кішками і собаками; з інших ссавців тут мешкають кам'яна куниця (*Martes foina*), горностай (*Mustela erminea*), лисиця (*Vulpes vulpes*), звичайний їжак (*Erinaceus europaeus*), лісові (*Apodemus uralensis*) та польові (*Apodemus agrarius*) миші, звичайна полівка (*Microtus ex grex arvalis*), білка звичайна (*Sciurus vulgaris*), заєць-русак (*Lepus europaeus*) та ін.

### **8.8. Екосистеми ботанічних садів, парків, пустирів**

*Ботанічні сади та парки.* Як правило, ці екосистеми підтримуються людиною у близькому до природного стані. Фауна таких екосистем досить багата і різноманітна.

Серед членистоногих, що мешкають у парках, є характерні види і навіть характерні зооценози. Зокрема, у павуків відбувається відбір дрібних видів-«аеронавтів» як типу, що ідеально підходить для життя у зелених штучних насадженнях – вони заселяють острівні міські біотопи і завдяки горизонтальному та вертикальному розселенню легко уникають перешкод. Так павуки видів: *Dyplostyla concolor*, *Diplocephalus cristatus*, *Pachygnatha degeeri*, *Erigone dentipalpis* та багато ін. практично не зазнають впливу механічних порушень – скошування трави, обробіток ґрунту, витоптування – оскільки потребують незначних за розміром сховищ. Завдяки великій кількості квітів у парках особливо часто зустрічаються мухи-дзюрчалки (*Diptera*) з родини *Syrphidae*, видовий склад яких залежить від наявності різних видів рослин.

Орнітофауна парків має характерний видовий склад. Різноманітність видів і щільність їх заселення залежать від структури, віку, наявності водойм та ін. характеристик парків. Під час вегетації рослин домінують будинковий горобець, голуб, шпак. Взимку домінують грак, галка, горобець, сизий голуб, велика синиця. Там, де люди підгодовують птахів у цей період, скупчується значна їх кількість.

*Ботанічні сади* в зооекологічному відношенні мало відрізняються від парків. Проте вони мають свої особливості і перш за

все – значно багатший видовий склад рослин, що зумовлює багатший видовий склад фауни. Наприклад, у ботанічному саду німецького міста Кіль виявлено 52 види павуків; 11 видів – рівноногих: *Armadillidium vulgare*, *Oniscus asellus*, *Porcellio scaber*; 11 видів губоногих багатоніжок (*Lithobius microps*) і багатоніжка-каменелаз (*L. forficatus*). Щільність популяцій цих комах у ботанічному саду значно вища, ніж у подібних біотопах за містом.

*Сади* відрізняються від парків і ботанічних садів переважно невеликими розмірами та структурою. Як правило, тут багато відкритого ґрунту, який в більшості представлений природними ґрунтами, рідше – насипними. Міські сади по структурі характеризуються невеликими групами плодкових дерев і кущів, декоративними рослинами та газонами з квітниками. Природна рослинність представлена садовими бур'янами. Фауна садів неоднорідна і знаходиться під впливом багатьох антропогенних чинників. Але можна виділити типові садові види та їх сполучення.

Дошові черв'яки верхніх горизонтів ґрунту представлені видами *Octolasion sp.*, *Allotobohora sp.*, *Lumbricus rubellus*, *A. Georgii*. Вони є кормом для чорного дрозда, шпака звичайного, звичайного їжака.

Серед 47 видів павуків домінантами є *Diplocephalus cristatus*, *Silometopus reussi* тощо. Більшість видів – «аеронавти», які є світлолюбними та теплолюбними.

Садові рослини заселяються рослиноїдними видами комах, які обумовлюють виникнення харчових ланцюгів. Наприклад, на деревах виникають конекси (угруповання організмів), що живляться різними видами листоверток (*Forticidae*). Зокрема, тільки на яблунях можуть жити до 300 видів фітофагів, близько 300 видів паразитоїдів і 200 видів хижаків. Типовою є велика кількість комах, що оселяються на квітах. Це місце мешкання має особливе значення для метеликів, різноманітність видів яких визначається видовим складом садової рослинності.

Виявлено також близько 10 видів бджіл. На газонах будують нірки земляні бджоли-андрени (*Andrena armata*, *A. nigroaenea*, *A. clarkella*, *A. haemorrhoea*, *A. Jacobi*), по краях квіткових клумб гніздиться бджола (*A. Varians*), а у її гніздах паразитує бджілка-бродяжка (*Nomada ruficornis*). Високу біомасу у садах створюють слимаки – 20-36 кг/100 м<sup>2</sup> (представники роду *Decocerus*).

Влітку у європейських садах гніздиться 11-16 видів птахів (83-118 пар на 10 га), взимку – 11-14 видів (56-190 особин на 10 га). У сади проникає також славка-завірушка (*Sylvia curruca*).

Типовими представниками садової фауни є звичайний кріт (*Talpa*) та водяний щур (*Arvicola terrestris*).

**Зоопарки.** Різноманітність способів утримання тварин у зоопарках і озеленення їх території дозволяють існувати там багатій фауні. Наприклад, дослідження фауни перетинчастокрилих у зоопарках Берліна виявили наявність 213 видів жалючих (*Aculeata*). Абсолютним гемерофілом є вид риючих ос (*Cerceris rubensis*). Представлено 592 види метеликів. Зоопарки вважаються місцями концентрації адвентивних видів, що відбивається на складі паразитів утримуваних тварин. Так, кліщі (*Blattisocius tarsalis*) і (*B. keegani*), ящірка (*Lacerta veridis*), прямокрилі (*Oecanthus pellucens* (*Oecanthidae*), багатоніжки (*Monotarsobius dubosqui*, *Symphyllelopsis arvenorum*), жуки (*Abraeus parvulus*) та ін. є звичайними мешканцями зоопарків.

У покинутих піщаних кар'єрах, на звалищах і пустирях часто розвиваються нетипові угруповання рослин і тварин, які виявляють високий рівень виживання.

**Звалища пустирів.** Численні види, особливо представники орнітофауни, регулярно з'являються на сміттєвих купках у пошуках їжі. Характерні відвідувачі звалищ – це ворони і чайки, головним чином озерні, а у приморських районах – також і сріблясті, які об'єднуються у величезні зграї. Над сміттєвими купками, виглядаючи собі здобич, літає боривітер.

У процесі гниття, яке відбувається на нижніх ярусах звалища, вивільняється досить велика кількість тепла. Тому тут ростуть теплолюбні рослини, наприклад, резеда (*Reseda*) і коноплі (*Cannabis ruderalis*). На звалищах також іноді поселяються різні види цвіркунів, а будинковий цвіркун (*Gryllus domesticus*) є постійним жителем цих штучно створених людиною біотопів. Тепло також приваблює на звалища мишей, ящірок, які проводять тут зиму. У пошуках дрібних гризунів і щурів – своєї основної їжі сюди, навідуються лисиці і кішки.

Зазвичай на покинутих ділянках і серед руїн спочатку виростають дуже цінні для цих біотопів види рослин. Наприклад, такі рослини, як кульбаба (*Taraxacum*), чортополох (*Carduus*) і

крестовник (*Senecio*) – це види, що швидко розростаються і дають притулок та їжу багатьом тваринам. Чорно-жовті гусениці (*Tyria jacobaeae*), що мають яскраве попереджувальне забарвлення, харчуються отруйним листям крестовника (*Senecio*). Крупні гусениці середнього винного бражника (*Deilephila elpenor*) заселяють підмаренник і бальзамін.

При видобуванні вугілля невикористані відходи та порожні породи зазвичай складаються недалеко від шахти, утворюючи терикони. На деяких териконах для їх укріплення, насаджують ліси і чагарники. Тут поселяються не тільки безхребетні і птахи, але й ссавці – зайці (*Leporidae*) і дикі кролі (*Oryctolagus cuniculus*), а також дрібні гризуни, на яких полюють лисиці.

*Міські пустирі.* У містах покинутими ділянками, а потім – і пустирями стають зупинені будівництва, руїни старих будинків де-небудь на околиці міста, крім того, багато пустирів є у промислових районах. На незабудованих і покинутих ділянках з'являються різноманітні рослини і тварини. Принесені вітром плоди і насіння виростають навіть на отруєних хімічними речовинами ґрунтах. Після того на них з'являються перші жителі – рослиноїдні комахи. І лише після цього у пошуках корму, яким для них є насіння і комахи, сюди прилітають птахи, а потім з'являються і дрібні ссавці. З часом між мешканцями цих біотопів складаються певні відносини, і життя усього міні-угруповання продовжує розвиватися за загальними законами екології.

Процес пристосування диких тварин до життя в умовах міста, протікає і сьогодні – в найближчому майбутньому звичайною деталлю міського ландшафту можуть стати біологічні види, побачити які раніше можна було тільки у дикій природі або зрідка у сільських садах. Цей всесвітній процес отримав назву *синурбанізація* (інакше – синурбація). Так природа відповідає на глобальну урбанізацію – розростання і розвиток міст, заповнюючи екологічні ніші нещодавно виниклих міських екосистем (за біологічними мірками).

Про стан природного середовища міста можна судити не тільки по його фізичних і хімічних складових, але і за станом живих компонентів – рослин і тварин. Причому, якщо більшість рослин відносно стійка до різкої зміни фізичних і хімічних параметрів довкілля, то тварини менш стійкі і можуть виступати

як об'єкт моніторингу стану урбанізованого середовища.

Наразі найгострішою проблемою урбанізованих територій (у першу чергу міст) є невпинне вимирання видів, причому це явище має місце в основному в районах масової забудови. Цей процес досяг тієї стадії, коли зникають не тільки рідкісні хребетні тварини, які вимагають для свого існування просторих природних масивів зі складною структурою, але і дрібні безхребетні, які є більш невибагливими. Так, неухильно знижується чисельність рудої лісової мурашки через пошкодження мурашників і вимушеної зміни середовища існування. Із зникненням основної кормової бази у містах пропадають і пов'язані з ними види бджолиних, що вигодовують потомство пилком. Падає чисельність таких комах, як гусениці, метелики, жуки, цикадки. Згідно розрахункам учених, у наші дні зникає приблизно по одному виду безхребетних щодня.

Дослідження міських екосистем важливі для планування і цілеспрямованого створення міського середовища, для збереження якнайбільшої кількості видів живих організмів, що зникають у зв'язку з докорінним перетворенням місць їх існування. Для нормального функціонування екосистеми повинні мати у своєму складі якомога більше живих організмів різних видів, що забезпечує стабільність природних співтовариств, а тим самим і стабільність того середовища, в якому проживає людина. Різноманіття живих організмів, що проживають в містах, служить індикатором благополуччя усього середовища в цілому.



### **Контрольні питання**

1. Зазначте шляхи формування тваринного світу міста.
2. Які умови міського середовища призвели до формування урбофауни?
3. Чим зумовлюється формування екологічних ніш у містах?
4. Що являє собою процес синантропізації тваринних організмів?
5. Які тваринні організми називають гемерофобами?
6. Які тваринні організми називають гемеродіафорами?
7. Які тваринні організми називають гемерофілами?

8. Чим зумовлений «острівний ефект» окремих місць існування тваринного світу міста?
9. Які групи тварин проживають у містах?
10. Чим зумовлене видове різноманіття фауни міста?
11. Назначте основні екосистеми міста.
12. Охарактеризуйте основних представників фауни, що населяють різні екосистеми міста.
13. З якою метою досліджують стан урбофауни?



### **Література**

1. Биологический энциклопедический словарь / за ред. М. С. Гилярова. – 2-е изд., исправл. – М. : Сов. Энциклопедия, 1986. – 864 с.
2. Касимов Н. С. Экология города : уч. пос. / Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин ; под общ. ред. Н. С. Касимова. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.
3. Чайка В. Є. Урбоекологія : підруч. / В. Є. Чайка. – Вінниця, 1999. – 368 с.
4. Мусієнко М. М. Екологія. Охорона природи : словник-довідник / М. М. Мусієнко, В. В. Серебряков, О. В. Брайон. – К. : Т-во «Знання», КОО, 2002. – 550 с.
5. Экология города : уч. пос. / [В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова и др. ; под ред. В. В. Денисова]. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : издат. центр «МарТ», 2008. – 832 с. (Серия «Учебный курс»).
6. Экология города : учебн. / под ред. Ф. В. Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.

## РОЗДІЛ 9

# РОЛЬ РОСЛИННОГО І ТВАРИННОГО СВІТУ В УРБОЕКОСИСТЕМІ

---

Міська флора і фауна – суттєвий компонент санітарного і емоціонального середовища людини. Спілкування з природою важливе для людей взагалі, а для населення міст, особливо крупних міських агломерацій, воно набуває особливого значення.

Оцінюючи значення окремих видів тварин і рослин для людини, слід відзначити, що абсолютно шкідливих, як і абсолютно корисних організмів не існує. Значення кожного з них різнобічне і часто істотно змінюється залежно від його місцеперебування, сезону, чисельності та характеру господарської діяльності людини. Нейтральні або корисні види можуть стати шкідливими, а шкідливі – корисними. Кожен вид має або може мати в майбутньому певне позитивне (пряме або опосередковане) значення для людини, і тому повне знищення якогось виду недопустиме, оскільки «кожний вид має неповторний генофонд, який склався в результаті природного добору в процесі його еволюції. Усі види мають потенційну цінність і для людини, оскільки неможливо передбачити, які види можуть стати з часом корисними або навіть незамінними. Можливості використання видів настільки непередбачувані, що було б найбільшою помилкою дати вимерти якомусь виду тільки тому, що сьогодні ми не знаємо його корисності» (О. Г. Банніков, В. С. Флінт).

### **9.1. Екологічні особливості міських рослин**

У місті рослини зазнають дію цілого ряду екологічних чинників: кліматичних, едафічних, техногенних й ін. Зелені насадження на значній частині ареалу зазнають високого антропогенного навантаження, піддаються хімічному, фізичному, біологічному і комплексному забрудненню. Наслідком цього є особливі умови існування фітоценозів, можливості і умови їх виживання, особливості функціонування, рівень їх екологічної значущості і виконання ними середовищезахисних, санітарно-гігієнічних й ін. корисних функцій.

Практично усі рослинні угруповання у місті нестійкі. Вони перестають бути саморегулюючими системами, оскільки змінені



людиною до такого ступеня, що потребують систематичного, хоча б елементарного догляду. Для існування їм необхідні повноцінне підживлення, проведення певних агротехнічних заходів. Інакше вони не зможуть нормально функціонувати. У міру збільшення віку рослин слабшають їх природні захисні механізми, знижуються можливості протидії антропогенним чинникам.

Основними чинниками, що здійснюють негативний вплив на стан міських насаджень і їх життєстійкість, є:

- екологічні умови міста, які в цілому несприятливі для зростання багатьох рослин;
- порушення гідрологічного і гідрогеологічного режиму, зумовлені проведенням будівельних та ін. робіт;
- порушення технології посадки та догляду;
- ушкодження шкідниками і хворобами;
- незадовільний стан ґрунту;
- випадкові чинники (вандалізм, механічні ушкодження).

У результаті світловий, температурний вологісний, вітровий, поживний та ін. режими в умовах міста істотно відрізняються від оптимальних.

Світловий режим у містах залежить не тільки від географічної широти, але й від стану міської атмосфери. Забрудненість атмосфери міст і частіші тумани затримують частину сонячної радіації. Наприклад, у Токіо надходження сонячної радіації на 10-20 % нижче, ніж у сільській місцевості. Підраховано, що місто у середніх широтах взагалі недоотримує у середньому 15 % сонячної радіації. Крім того, у містах рослини відчувають нестачу світла у результаті прямого затемнення на вулицях і особливо у районах багатоповерхової забудови. Ще одна особливість світлового режиму у містах – це додаткове освітлення вулиць у вечірні і нічні години. Це – штучне продовження світлового дня. Проте змінюється не лише кількість світла, а і його якість, тобто його спектральний склад. У містах сонячне світло містить не тільки менше ультрафіолетових променів, але, що особливо важливо – менше і фотосинтетично-активних променів. Тобто міські рослини відчувають нестачу фотосинтетично активної радіації (ФАР). У дерева, яке росте у місті, фотосинтетичний апарат має набагато меншу потужність і працездатність, ніж у того ж виду, що росте у природних умовах. У міського дерева більш

розріджена крона, дрібніші листки, і вони містять менше хлоропластів, які до того ж менші і за розміром. Під впливом міських забруднювачів у них менше фотосинтезуючого пігменту – хлорофілу. Так, на вулицях Лондона у 25-річних платанів фотосинтез удвічі слабкіший, ніж у таких же дерев у приміському парку. Згідно математичної моделі англійських учених, фотосинтез зелених насаджень парків і газонів у місті середньої величини становить близько 50 % від фотосинтезу заміської рослинності, а у місті з високими будинками – усього лише 10 %.

Під впливом пилу, диму та ін. забруднювачів у міських рослин закупорюються продири і порушуються різні ланки складних біохімічних процесів, що негативно впливає не тільки на фотосинтез, а й на газообмін – зменшується інтенсивність поглинання вуглекислоти при фотосинтезі, а дихання, особливо у нічні часи поблизу нагрітих за день кам'яних стін, навпаки проходить інтенсивно з великою втратою накопичених енергетичних речовин. Тому у міських рослин створюється менше біомаси, про що свідчать біометричні аналізи (приріст пагонів, збільшення об'ємів стовбура).

Основним джерелом вологи для рослин є атмосферні опади. Над містом їх випадає на 10-15 % більше, ніж над сусідніми територіями. Але при цьому міські рослини отримують вологи менше. Це стосується у першу чергу вуличних насаджень. З водонепроникного асфальту дощові води стікають у каналізаційну мережу, тому значна частина вологи оминає пристовбурні лунки. Навіть у містах з вологим кліматом великі дерева часто знаходяться в умовах ґрунтової засухи. В суху погоду вологість ґрунту під вуличними насадженнями нерідко падає до рівня запасу, який уже недоступний рослинам.

Стікання води поза ґрунтом призводить до зменшення транспірації рослинами, а це відбивається на мікрокліматі міста. У жарку погоду вологість повітря у місті може знижуватися до 22 %, тобто до рівня атмосферної засухи. Нестача ґрунтової вологи, сухість повітря, перегрівання запиленних листків створюють умови для порушення водного балансу. Перший сигнал такого порушення – зменшення вмісту води у тканинах. Так, якщо листя липи у лісі містить 70-80 % води, то на вулицях великого міста жарким літом її вміст падає до 50 %. Тому спостерігається

зів'янення листя міських насаджень.

Грунтові умови у великому місті найбільш змінені у порівнянні з ін. факторами. У більшості випадків природні ґрунти взагалі відсутні, їх замінюють штучні насипні антропоґрунти. Такі ґрунти є порушеними, для них характерна підвищена ущільненість, яка у свою чергу, негативно впливає на температурний режим ґрунтів, стан мікроорганізмів і т. ін. Міські ґрунти бідні на засвоєну органіку, вони містять підвищені концентрації сполук металів, солей, будівельне сміття й ін. відходи. У техногенних зонах це не ґрунт, а субстрат, укладений на поверхню гірських порід. Це порушує природні процеси, що відбуваються у ґрунті, збіднює його елементами живлення, гальмує розвиток рослин.

Навіть у випадках збереження природного ґрунту останній постійно підпадає під вплив різноманітних забруднювачів. Дуже небезпечним для рослин є штучне засолення від застосування різних солей для швидкого звільнення дорожнього покриття від снігу взимку. В результаті у містах з'являються засолені ґрунти. Про це сигналізує сама рослинність. Так, у Великій Британії останніми роками вздовж узбіччя доріг у великій кількості розповсюдились типові приморські рослини-галофіти. Але галофіти пристосовані до засолення ґрунтів, у той час, як міські рослини таких пристосувань не мають. Тому наразі розробляються і випробовуються різні заміновачі солей для очищення доріг від снігу. Оригінальне рішення запропонували японські учені: резервуари з культурою бактерій, які у процесі життєдіяльності виділяють багато тепла, прокладають під тротуаром.

Ще однією перешкодою для нормального живлення та газообміну міських рослин є обмеженість площі живлення. Великі дерева, оточені невеличкою лункою, ростуть практично в умовах діжкової культури. Ще меншим об'ємом ґрунту доводиться задовольнятися рослинам у бетонних вазах і випадковим поселенцям у тріщинах бруківки, на міських стінах, будинках. Такі рослини можна порівняти з літофітами – мешканцями скельних і кам'янистих ґрунтів на високогір'ях.

Тепловий режим у місті впливає на рослини, в основному, через ґрунт. У Мінську, наприклад, при температурі повітря у 30 °С температура ґрунту під асфальтом досягає 37 °С, а на глибині 40 см – 23 °С. А саме у цих шарах зосереджені активні кін-

цеві частини коренів. Особливо гарячим буває шар ґрунту безпосередньо під асфальтовим покриттям – до 55 °С у пристовбурових ямках під чавунними решітками. Тому поверхневі шари міських ґрунтів практично не містять коренів – основна маса кореневої системи опускається у містах до глибини 80 см.

Взимку температурний режим ґрунту у містах також достатньо суворий. У природних фітоценозах зимове охолодження ґрунту пом'якшується шаром рослинних залишків і снігу. У містах листя прибирають з вулиць, очищають їх від снігу. Оскільки асфальт має велику теплопровідність, ґрунт охолоджується до 10-13 °С, що призводить до промерзання коренів. Річний перепад температур у кореновому шарі ґрунту у містах становить 40-50 °С, тоді як у природних умовах для середніх широт – 20-25 °С.

Комплексна дія перелічених й ін. екологічних чинників середовища існування призвела до того, що у міській екосистемі виникають і формуються специфічні рослинні угруповання.

У міських рослин лист більш щільний, у його тканинах більш густа мережа жилок, більш дрібні і чисельні продиhi. Такі риси характерні для ксерофітів (рослин сухих середовищ, здатних переносити тривалу посуху).

Значні зміни форми відбуваються і у підземних органів рослин. Якщо дерево росте біля краю газону поблизу асфальту, коренева система асиметрична: у бік газону виростають більш довгі і поверхневі корені, добре розгалужені, а з протилежного боку корені в основному ростуть углиб. Наявність підземних комунікацій і споруд у зоні кореневої системи дерев також несприятлива, як для окремих рослин, так і для насаджень в цілому. Крім того, у дерев і чагарників, що ростуть в умовах міста, пригнічений розвиток дрібних коренів, які виконують найбільш активну фізіологічну роботу по всмоктуванню поживних речовин і вологи, у багатьох видів дерев з'являється якірний корінь.

Вплив міського середовища проявляється і на тонких деталях будови рослин. У хвойних, наприклад, відмічені порушення внутрішньої структури хлоропластів, некрозу хвої, недорозвитення пилку, зменшення товщини воску на хвої, тощо.

В особливо важких умовах міста порушення у будові рослин вже мають характер ушкоджень: підсихання листя по краю, поява некротичних плям, скручування та засихання листя – міські

умови складні і на них чітко реагують рослини.

Зовнішній вигляд рослин змінюється і у результаті безпосереднього впливу людини – формування крони, стрижки. Топіарне мистецтво (екоративна стрижка) відома з глибокої давнини. Часто стрижка викликана надмірним розростанням крон і порушенням архітек-турного задуму. Проводиться вона і з технічних причин – звільнення ліній електропередач, забезпечення кращого освітлення вулиць і т. ін. Для рослини стрижка – це стресовий фактор, що зумовлює порушення нормального розвитку і ростових процесів та співвідношення між надземною і підземною масами. В результаті різко зменшується робоча поверхня фотосинтезу і цим порушується баланс органічних речовин. У газонних трав, які постійно підлягають стрижці, зовнішні зміни спостерігаються у збільшенні кушіння, кількості пагонів на одиницю площі. Зменшення фотосинтезуючої поверхні не дає змогу накопичити достатню кількість запасних поживних речовин, тому газони, на відміну від луків, наприклад, потребують постійної підтримки і відновлення.

Окрім абіотичних у містах специфічні і біотичні фактори. У природних умовах рослини не живуть поодинокі, а знаходяться у складі природних угруповань, фітоценозів, склад яких сформувався історично. У містах дерева та чагарники часто зовсім ізольовані – поодинокі, так звані солітери, а на вулицях звичайними є рядкові посадки. У природних умовах склад фітоценозів створюється стихійно за принципом симбіозу – відповідності видів один одному. У містах насадження формуються згідно волі людини і далеко не завжди враховується природна відповідність і взаємовідносини; головними факторами тут виступають декоративні та адаптивні якості рослин. Міські насадження мають спрощену структуру: газони утворюють однарусний приземний килим замість багатоярусного високого травостою луків.

Важливим фактором є і те, що у природних фітоценозах є шар підстилки – це і захисний екран, і резерв поживних речовин. У місті цього практично немає. Рослини у місті не тільки зазнають на собі цілий комплекс негативних впливів міського середовища, але й позбавлені природної системи захисту від біотичних абіотичних факторів впливу. Результатом впливу міських умов на міські рослини є різке зменшення тривалості їх життя.

Порушення умов зростання, контроль з боку людини обумовлює неоднорідність складу і нерівномірність розміщення рослинності у місті. Так, для крупних міст, у центрах переважаючими є так звані «екстремально урбанофільні види», ближче до периферії збільшується частка «помірно урбанофільних видів». В околицях міста флора найбільш багата, там вже зустрічаються «урбанонейтральні види».

Проте, саме рослинність робить урбоекосистему повноцінною екосистемою, а наявність зелених насаджень у місті стає умовою виживання людини.

## **9.2. Роль рослинного і тваринного світу в урбоекосистемі**

Озеленені території міст і їх приміських зон здійснюють значний вплив на якість середовища існування городян; для довкілля міста мають велике оздоровче, захисне і формуюче значення. Вони здійснюють безпосередній вплив на зниження рівня забруднення приземного повітря і міських ґрунтів домішками техногенного або природного походження, підвищують прозорість атмосфери; регулюють у широких межах основні кліматичні чинники та надходження сонячної радіації. Особливо слід виділити водоохоронне і водозахисне значення зелених насаджень; суттєву їх роль у регулюванні гідрологічних процесів, охороні ґрунтів від водної і вітрової ерозії, та охороні біологічних ресурсів.

Крім того природні комплекси й ін. озеленені території є місцями існування представників тваринного світу. Ефективним є також виконання ними планувально-регулятивних, архітектурно-художніх і рекреаційних функцій.

Зелені насадження у містах виконують такі функції: санітарно-гігієнічні, декоративно-планувальні та естетичні.

### ***Санітарно-гігієнічні функції зелених насаджень***

*Очищення приземного шару повітря.* Зелений масив, що знаходиться на шляху забрудненого повітряного потоку сприяє зниженню його швидкості, в результаті чого частина пилу осідає на поверхні листя, хвої, гілок, стовбурів і під час дощу або поливу змивається на землю. Розповсюдженню пилу добре перешкоджають і газони. Пилозатримуючі властивості різних порід дерев і чагарників неоднакові. Зокрема, опушене або клейке листя затримує значно більше пилу, ніж гладкі (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

**Пиловлівлюючі властивості деяких рослин**

Рослина	Сумарна площа листявої поверхні, м <sup>2</sup>	Кількість осадженого пилю	
		загальна, кг	кг/м <sup>2</sup>
<i>Дерева</i>			
Айлант високий	208	24	0,12
В'яз перистогілочастий	66	18	0,27
В'яз шорсткий	233	23	0,10
Гледічія триколючкова	130	18	0,14
Клен польовий	171	20	0,12
Верба	157	38	0,24
Клен ясенolistий	224	33	0,15
Шовковиця	112	31	0,28
Тополя канадська	267	34	0,12
Ясен зелений	195	30	0,15
Ясен звичайний	124	27	0,22
<i>Чагарники</i>			
Акація жовта	3	0,2	0,07
Береклет європейський	13	0,6	0,05
Бузина червона	8	0,4	0,05
Лох вузьколистий	23	2,0	0,09
Бузок звичайний	11	1,6	0,15
Спірея	6	0,4	0,07
Виноград п'ятилистявий	3	0,1	0,03
Бирючина звичайна	8	0,3	0,04

У зоні зелених насаджень запиленість повітря у 2-3 рази менше, ніж на відкритих міських територіях. Наприклад, деревні насадження зменшують запиленість повітря у вегетаційний період на 42,2 %, а за відсутності листяного покриву – на 37,5 %. Навіть порівняно невеликі міські сади знижують запиленість міського повітря у літній час на 30-40 %.

Зелені насадження, поглинаючи з повітря шкідливі гази і нейтралізуючи їх у тканинах, сприяють збереженню газового балансу в атмосфері, біологічному очищенню приземного повітря. На використанні газоочисних властивостей деревно-чагарникових насаджень заснований принцип устрою СЗЗ. Шкідливі гази, зокрема карбон (IV) оксид, поглинаються рослинами, а тверді частинки аерозолів осідають на листках, стовбурах і гілках рослин. Посадки, розташовані упоперек потоку забрудненого повітря, розбивають первинний концентрований потік на різні напрями. Шкідливі викиди розбавляються чистим повітрям, і їх

концентрація у повітрі зменшується. Найбільш активно зелені насадження знижують вміст газів у повітрі, коли листя на деревах найбільше. Наприклад вміст карбону (IV) оксиду після появи листя зменшується у 22,5 рази у порівнянні з безлистяним періодом. Газозахисна роль зелених насаджень залежить від ступеня газостійкості рослин (табл. 9.2).

Таблиця 9.2

**Ступінь газостійкості деревних і чагарникових рослин до деяких забруднювачів**

Рослина	Ступінь стійкості					
	до оксидів азоту			до амоніаку		
	ступінь ушкодження, % загальної площі листя					
	слабий (0-20)	середній (20-50)	сильний >50)	слабий (0-20)	середній (20-50)	сильний >50)
<i>Дерева</i>						
Абрикос	+			+		
Айлант високий	+				+	
В'яз гладкий				+		
В'яз дрібнолистий	+	+			+	
Вишня	+			+		
Клен гостролистий	+			+		
Клен ясенелистий	+			+		
Ясен звичайний		+			+	
Липа дрібнолиста			+	+		
Глід			+			+
Горобина			+			+
Робінія псевдоакація (біла акація)	+			+		
Тополя пірамідальна	+			+		
Тополя китайська	+			+		
Тополя бальзамічна		+		+		
Береза бородавчаста		+				
Яблуня домашня			+			+
Гледичія триколпчова	+			+		
<i>Чагарники</i>						
Верба біла		+		+		
Карагана деревовидна (жовта акація)	+			+		
Бірючина звичайна	+					+
Шипшина	+				+	
Жимолость		+				+
Бузок звичайний		+		+		



Дія деревної рослинності на вміст шкідливих хімічних сполук у міському повітрі виявляється також у здатності дерев до окислення пари бензину, газу, ацетону і т. ін. Крім того, зелені насадження здатні уловлювати і радіоактивні речовини, що містяться в повітрі. Листя і хвоя дерев можуть поглинати до 50 % радіоактивного йоду. Поглинаються рослинами й різні речовини, що містяться у ґрунті, наприклад, важкі метали. Підраховано, що рослинність поглинає з повітря і зв'язує 50-60 % токсичних газів, тоді як атмосферна волога – 5-20 %, ґрунти 5-10 %, водойми і тварини – менше 5 %.

*Збагачення приземного шару повітря киснем.* Оптимальна норма споживання кисню – 400 кг/рік на одну людину, тобто стільки, скільки його продукує 0,1-0,3 га міських насаджень. За рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВОЗ), на одного городянина має припадати 50 м<sup>2</sup> міських зелених насаджень і 300 м<sup>2</sup> приміських.

Зелені рослини відіграють значну роль у збагаченні навколишнього середовища киснем і поглинанні карбону (IV) оксиду. Дерево середньої величини за 24 год. відновлює стільки кисню, скільки необхідно для дихання трьох чоловік. За один теплий сонячний день гектар лісу поглинає з повітря 220-280 кг карбону (IV) оксид і виділяє 180-220 кг кисню.

Різні рослини здатні виділяти різні кількості кисню: бузок за період вегетації виділяє з поверхні листя площею 1 м<sup>2</sup> 1,1 кг кисню, осика – 1,0 кг, граб – 0,9 кг, ясен – 0,89 кг, дуб – 0,85 кг, сосна – 0,81 кг, клен – 0,62 кг, липа дрібнолиста – 0,47 кг.

Рослини розрізняються також і за ефективністю газообміну: якщо ефективність газообміну ялини прийняти за 100 %, то у модрина вона складе 118, сосни звичайної – 164, липи крупнолистяної – 254, дуба черешчатого – 450, тополі берлінської – 691 %.

Найважливішою властивістю рослин є також їх здатність зменшувати бактерійну забрудненість повітря, підвищувати його іонізацію, збагачувати різного роду фітонцидами, що позитивно впливає на людину.

Зелені насадження утримують збільшують кількість легких негативно заряджених іонів і сприяють зменшенню кількості важких іонів, які виникають у результаті з'єднання легких іонів з важкими ядрами конденсації. Так, вміст легких іонів у міських пар-

ках складає близько 800-1200 тис./см<sup>3</sup>, у дворах-«колодязях» 500 тис./см<sup>3</sup> (у закритих багатолюдних приміщеннях – 25-100 тис./см<sup>3</sup>). У лісовому повітрі ступінь іонізації кисню у 2-3 рази більше, ніж у морському або у повітрі над лугом, і у 5-6 разів більше, ніж у міському. Підвищена конденсація важких іонів погіршує видимість, негативно впливає на дихання людей, викликає уто-мленість, а легкі негативні іони покращують діяльність серцево-судинної системи. Як показали дослідження, проведені в Парижі і його околицях, у одному см<sup>3</sup> міського повітря міститься 86 позитивних і 66 негативних легких іонів, а також 16,7 тис. важких іонів, тоді як в приміській зоні – 345 позитивних і 283 негативних легких іонів і 1,6 тис. важких.

Ступінь іонізації залежить від видового складу і віку рослин. Такі рослини, як ялина європейська (*Picea abies*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris L.*), дуб червоний (*Quercus rubra*) і черешчатий (*Quercus robur L.*), береза бородавчата (*Betula pendula Roth.*), біла акація (*Robinia pseudoacacia*), клен білий (*Acer pseudoplatanus*) і сріблястий (*Acer saccharinum*), тополя чорна (*Populus nigra L.*) і пірамідальна (*Populus pyramidalis*), верба звичайна (*Salix L.*) і біла (*Salix alba*), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*), бузок звичайний (*Syringa vulgaris*), туя західна (*Thuja occidentalis*), ялі-вець козацький (*Juniperus sabina*) сприяють збільшенню рівня іонізації повітря – концентрація легких іонів під їх кронами досягає 500 іонів/см<sup>3</sup>. Найбільше покращують іонний режим атмосферного повітря змішані хвойно-листяні насадження.

Багато рослин виділяють *фітонциди* – леткі речовини, здатні знищувати хвороботворні бактерії або гальмувати їх розвиток і тим самим оздоровлювати навколишнє середовище. Фітонциди вбивають туберкульозну паличку, білий і золотистий стафілокок, гемолітичний стрептокок, холерний вібріон та ін. Активними джерелами фітонцидів є біла акація (*Robinia pseudoacacia*), туя західна (*Thuja occidentalis*), кінський каштан (*Aesculus*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris L.*), різні види дубів. Один гектар ялі-вцевих насаджень за добу виділяє 30 кг фітонцидів – цієї кількості достатньо для знищення усіх мікробів у великому місті. Спостереження показали, що повітря парків містить у 200 разів менше бактерій, ніж повітря вулиць.

Ступінь фітонцидності у значній мірі залежить від вегетаці-

йного стану рослин. Найбільша протибактерійна активність відмічається у період брунькування і цвітіння. В основному рослини проявляють фітонцидні властивості влітку, і лише деякі – взимку. Фітонцидна активність залежить також від метеорологічних чинників – зменшується у похмуру і дощову погоду і збільшується у теплу сонячну.

*Зниження рівня звукового забруднення.* Зелені насадження знижують рівень міського шуму, послаблюючи звукові коливання у момент проходження їх крізь гілки, листя і хвою. Звук, потрапляючи у крону, переходить як би в інше середовище, яке має значно більший, ніж повітря, акустичний опір, відбиває і розсіює до 74 % і поглинає до 26 % звукової енергії. Влітку насадження знижують шум на 7-8 дБ, взимку – на 3-4 дБ.

Ефект зниження шуму залежить від характеру посадок, породи дерев і чагарників, густини крони, густини листя, пори року, а також від сили шуму, що проходить через насадження. Щільні, зімкнуті по вертикалі насадження знижують рівень шуму на 15-18 дБА. При проходженні акустичної енергії через рослини рівень шуму знижується пропорційно біомасі. У середньому крони дерев поглинають до 25 % падаючої на них звукової енергії і приблизно 75 % цієї енергії відбивають і розсіюють. Кращі шумопоглинаючі властивості мають густі багатоярусні насадження з деревних і чагарникових порід (рис. 9.1).

Здатність поглинати шум мають також газони і вертикальне озеленення. Трав'яний покрив здатний понизити шум на 6 дБ. Зелена маса ліан, що покриває стіни, збільшує їх звукопоглинальну здатність у 6-8 разів, а також сприяє розсіюванню звукової енергії.

Крім того, функцією ліан та ін. витких рослин є те, що зелена поверхня листя, яка збагачує повітря киснем, знаходиться в максимальному наближенні до житла людини, в результаті цього відбувається очищення повітря житлових приміщень від пилу та смогу. Особливо актуально це для великих промислових міст та транспортних магістралей в урбокомплексах.

*Поліпшення мікроклімату міст.* Зелені насадження покращують мікроклімат міської території, запобігають надмірному перегріву ґрунту, стін будівель, тротуарів, створюють більш комфортні умови для відпочинку на відкритому повітрі.

літній день температура повітря на вулиці становить 29-30 °С, то у сквері мікрорайону вона не перевищуватиме 22-24 °С. Температуру повітря здатні знижувати навіть трав'янисті газони: у жаркий день на доріжці біля газону температура повітря на висоті зросту людини майже на 2,5 °С нижче, ніж на асфальтованій мостовій.

Інтенсивність загальної сонячної радіації на відкритій міській території у сонячні дні досягає 4,1 Дж/см<sup>2</sup> за хвилину, тоді як серед зелених насаджень – 0,5 Дж/см<sup>2</sup>. Сумарна сонячна радіація під кроною окремих видів дерев майже у 9 разів менше, ніж на відкритому просторі.

*Гігієнічне значення* зелених насаджень полягає у тому, що вони значно знижують теплову радіацію, тому теплові відчуття людини ближче до комфортних саме серед зелені. За даними гігієністів, зона комфортності знаходиться у межах 17,2-21,7 °С.

Система крупних зелених масивів знижує інтенсивність «теплого острова». Середній трансформаційний ефект системи озеленення становить 1,2-3,2 °С.

*Вологість повітря і вітровий режим.* На теплові відчуття людини сильно впливає не тільки температура повітря, але і його вологість – різні комбінації температури, відносної вологості і швидкості вітру створюють однакові сприйняття теплового ефекту. Підвищення відносної вологості повітря сприймається людиною у більшості випадків як пониження температури – підвищення вологості на 15 % сприймається людським організмом як пониження температури на 3,5 °С.

у районах міської забудови, позбавлених насаджень, відносна вологість повітря в середньому нижче на 15-18 %, ніж в приміському лісі, на 11-12 % – ніж у міському парку і на 8-10 % – ніж на бульварі і у сквері. Збільшення відносної вологості повітря пов'язане з випаровувальною здатністю рослинного покриву. Поверхня, вкрита рослинністю, випаровує в десятки разів більше вологи, ніж позбавлена зелені. З одного м<sup>2</sup> газону випаровується до 200 г/год. води, один га лісу за годину випаровує в атмосферу 1-4,5 тис. т вологи. Завдяки великому випаровуванню води листям зелені насадження збільшують корисну для людини вологість довкола себе до 30 %. Вплив рослинності на вологість повітря розповсюджується на висоту дерева. Підраховано, що

освіжаючий ефект одного дерева, що росте у сприятливих умовах, еквівалентний ефекту функціонування 10 кімнатних кондиціонерів.

Зелені насадження можуть виконувати *вітрозтримуючу* функцію. Смуга дерев заввишки 10 м, розташованих у п'ять рядів, здатна послабити швидкість вітру удвічі, причому на відстані до 60 м. У житлових районах, що знаходяться під впливом вітрозахисних властивостей лісу, відмічено зниження витрат на опалювання на 20-30 %.

Змінюючи швидкість і напрям вітрових потоків, зелені насадження підвищують повітрообмін міських територій, запобігають переохолодженню людини у зимову пору року і перегріву влітку. Над більш прогрітими відкритими просторами повітря підіймається вгору, а прохолодне повітря зеленого покриву спрямовується на зміну тому, що піднялося (рис. 9.2).

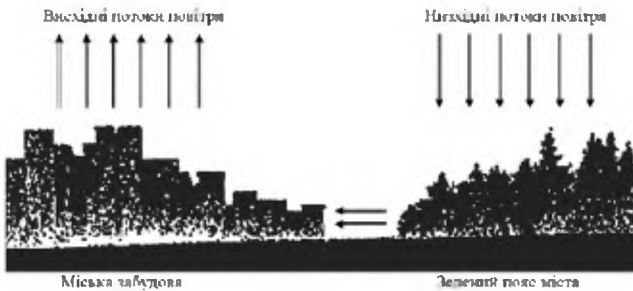


Рис. 9.2. Аерація міських територій

Таким чином виникають горизонтальні потоки повітря, які сприяють провітрюванню території і розсіюванню шкідливих домішок, зниженню їх концентрації. Затухання швидкості вітру до 5 % від первинної відбувається у глибині зеленого масиву приблизно на відстані до 40 м від периметра насаджень. Ця відстань залежить від густини деревно-чагарникових насаджень, характеру їх видового складу, віку тощо.

Відкриті ділянки міської забудови вдень нагріваються сильніше, ніж озеленені, що призводить до виникнення висхідних потоків повітря і до переміщення прохолодного повітря на неозеленені території. Вночі озеленені ділянки охолоджуються повільніше, ніж оголена земля і штучні поверхні, тому виникає

зворотний процес, який сприяє провітрюванню зелених масивів. Вертикальні потоки відносять з собою частинки пилу і газоподібні забруднюючі речовини, покращуючи санітарно-гігієнічний стан міських вулиць.

Зміни температури і відносної вологості повітря проявляються в безпосередній близькості від міських зелених насаджень. При ізольованому розміщенні насаджень і компактній міській забудові зміни температури і вологості повітря спостерігаються на відстані 70-100 м, а при об'єднанні міських і заміських насаджень в єдину систему в поєднанні з вільною забудовою – на 200-300 м. Для підвищення ефективності впливу зелених насаджень на мікроклімат прилеглих територій рекомендується створювати в містах рядові посадки, сквери, алеї смуги шириною 25-50 м через кожні 400-500 м.

Зелені масиви (кліни) площею понад 600-1000 га покращують якість атмосферного повітря прилеглої забудови на відстані 2-4 км. При концентрації шкідливих інгредієнтів (по сумі показників) знижуються у 2-3 рази. Такі масиви покращують радіаційний режим міської атмосфери: на прилеглий забудованій території збільшується інтенсивність видимої і ультрафіолетової радіації на 15-25 %, знижується чинник туманності на 10-30 %, а аерозольне помутніння – на 20-40 %. Слід підкреслити, що в реальних умовах міського середовища лише значні за площею зелені масиви здійснюють помітний вплив на мікроклімат (у т. ч. на тепловий режим) території. Саме тому слід прагнути розширення площі зелених насаджень у містах до нормативних рівнів – 60 % від забудованої території.

### ***Декоративно-планувальні функції зелених насаджень***

Зелені насадження можуть мати як самостійне значення (лісопарки, паркі, міські сади), так і входити в структуру забудови міста як її органічний компонент (районні сади, сквери, бульвари, вуличні насадження, внутрішньоквартальні насадження). За допомогою міських зелених насаджень різного типу вносяться елементи природи в місто, зберігається зв'язок людини з природою, збагачуються міські ландшафти.

Декоративно-планувальна роль зелених насаджень проявляється вже при використанні невеликих майданчиків зелених насаджень, при створенні вуличних посадок, улаштуванні газонів,

квітників. Поєднання зелених насаджень з міською забудовою особливо ефективно у разі, коли зелені насадження входять до структури забудови, підтримуючи її стилістичну композицію і декоруючи нецікаві поверхні і споруди. Величезна роль належить зеленим насадженням у вирішенні проблем організації відпочинку міського населення.

Декоративні якості рослинності дозволяють використовувати її для формування архітектурного рішення озелених територій. Уміле поєднання насаджень з природними компонентами ландшафтів – кліматом, рельєфом, водою і його штучними елементами – будівлями й ін. інженерними спорудами, підвищує художню виразність міської забудови. Зелені насадження – матеріал, за допомогою якого створюють цілісний архітектурно-ландшафтний комплекс, єдиний міський ансамбль, формують індивідуальний вигляд житлового району, що особливо важливо в умовах масового індустріального будівництва. Міське озеленення дає можливість створити виразну об'ємно-просторову композицію міста (рис. 9.3).



**Рис. 9.3. Приклад сучасного дизайну житлового району міста**

Пірамідальні, сферичні і спрямовані вгору крони рослин дещо збуджують людину, а овальні і плакучі – заспокоюють. Тому однією з основних вимог при побудові просторових композицій є уміле використання подібних силуетів крон.

*Естетичну цінність* урбанізованих ландшафтів істотно підвищують природні і штучні акваторії. Гармонійне поєднання водного дзеркала з прибережною зеленню робить ці куточки природи особливо привабливими для усіх городян (рис. 9.4).

Зелені насадження поліпшують міський клімат, властивості ґрунтів, очищають повітря від забруднюючих домішок і хвороботворних агентів, поглинають шум, покращують естетичні властивості міського середовища. Шум дерев і прохолода, яку вони дають в жаркий літній день, запах квітучих рослин, спів птахів, цвіркання комах – всього це формує дружнє людині середовище існування, перш за все в естетичному значенні.



**Рис. 9.4. Приклад сучасного архітектурно-ландшафтного дизайну скверу**

Тварини у місті виконують екологічні і соціально-психологічні функції. Екологічна роль тварин полягає у тому, що вони є найважливішою складовою урбоєкосистем різного рівня, без якої неможливе їх існування і функціонування, а, отже, забезпечення «природності» середовища, що оточує людину.

Соціально-психологічні функції тваринного світу забезпечуються, перш за все, домашніми видами тварин – собаками (*Canis lupus familiaris*), кішками (*Fūlis silvestris catus*), морськими свинками (*Cavia porcellus*), хом'ячками (*Cricetinae*), різними видами птахів, – хвилясті папужки (*Melopsittacus undulatus*), канарки (*Passeriformes*), акваріумними рибами та ін.

Однією з основних цінних якостей, яка притаманна домашнім тваринам, є гармонізуюча дія, тобто здатність нормалізувати психоемоційний стан господаря. Ґрунтується ця якість на тому, що будь-яка домашня тварина, незалежно від того собака це, кішка або рибка, з'являючись в будинку, стає частиною енерге-



тичного поля господаря, а також його родини. «Включившись» в енергетику людей, тварини виконують відразу декілька функцій: «енергетичного щита», «запобіжника» і «акумуляторної батареї». У результаті цього відбувається постійний і дуже потужний обмін енергією між людиною і домашньою твариною.

Погладжування собаки або кішки заспокоює людину, впорядковує думки. З погляду фізіології у організмі людини відбуваються зміни, що дозволяють налаштуватися на позитивний лад: нейтралізується негативна енергетика, усувається напруга м'язів, минає емоційна утомленість, знижується артеріальний тиск, поліпшуються процеси обміну речовин.

Відомо, що деякі тварини здатні чинити позитивну дію на здоров'я людини, попереджаючи розвиток різних захворювань. Про цю їх здатність знали ще первісні люди. У Давньому Єгипті кішка вважалася священною твариною. Єгиптяни були упевнені не тільки в тому, що ця тварина може брати участь в одужанні, але і наділяли її надприродними здібностями. Змії не дарма стали символом медицини – їх отрута застосовується для лікування різних захворювань з давніх часів і використовується лікарями і понині. У Стародавній Греції вважали, що бог лікування Асклепій завжди з'являється до хворих людей у образі пса, який зализує рани, а християни часто зображали святих разом з їх незмінними супутниками – собаками. Згідно легенді, ці тварини позбавляли своїх господарів від хвороб. Експерти упевнені, що практично кожна тварина, що мешкає на нашій планеті, володіє тими або ін. «лікарськими здібностями». Присутність тварини позитивно позначається на фізичному і психічному здоров'ї дітей. Численні дослідження підтверджують, що у домі, в якому є домашні улюбленці, діти рідше хворіють на простудні і алергічні захворювання. Крім того тварини допомагають дітям знайти гармонію з навколишнім світом, і вони стають більш урівноваженими, товариськими і розкутими.

Відомі також програми медичної реабілітації на основі використання тварин. І, незважаючи на те, що кожен вид тварин має свої особливості, які проявляються у процесі такого обміну, для людини спілкування з домашніми тваринами є результативним і позитивним.

Звичайно, не варто перебільшувати можливості сумісного

співіснування людей і диких тварин у міському середовищі. Тварини завжди будуть потенційними переносниками смертельно небезпечних інфекцій, наприклад, сказу. Завжди зберігатиметься небезпека їх нападу на людину, а значить, особливо небезпечним хижакам (леопардам, рисям, вовкам і багатьом ін.) дорога в місто закрита.

З іншого боку, рослини виділяють у довкілля речовини або свої частини, що викликають у людини алергічні реакції (те ж саме стосується і тварин). Бур'яни також є небажаними, хоча і невід'ємним елементом урбоєкосистеми, а багато видів тварин і мікроорганізмів, що мешкають у містах, є збудниками або переносниками захворювань. Недоглянуті, засихаючі насадження, зарості бур'янів у дворах городян і по узбіччях доріг, гучні крики і послід птахів або, наприклад, мавп (у містах тропічних країн) в місцях їх скупчень є явними ознаками погіршення саме естетичної і санітарно-гігієнічної складових навколишнього середовища міста, оскільки тварини створюють ситуації, небезпечні для людини. Крім того, живі організми, взаємодіючи з об'єктами штучного середовища існування людини, можуть ушкоджувати їх. Наведені аспекти взаємодії людини й ін. живих організмів, що складають флору і фауну міст, відображені на рис. 9.5.



Рис.9.5. Роль флори і фауни в урбоєкосистемі

Наразі грань між містом і природою все більше стирається. При аналізі будь-яких взаємодій людини з об'єктами біотичного середовища міста слід пам'ятати, що як позитивні, так і негативні (з погляду людини) наслідки таких взаємодій є закономірною реакцією біоти на усі ті зміни, які людина вносить у природні ландшафти і екосистеми в процесі створення і розвитку міст.

### 9.3. Фітомеліорація міського середовища

Крім традиційних функцій, що виконуються рослинним блоком в будь-якій екосистемі, а саме – виробництво первинної продукції в результаті фотосинтезу, споживаної потім консументами і редуцентами (після відмирання частин рослин), і формування життєвого простору для консументів і редуцентів (средотворювальна функція), – в урбоекосистемі істотно значення набувають *такі функції рослинності*:

- охолодження міського «острова тепла» за рахунок збільшення альbedo поверхні і транспірації;
- стабілізація вітрового режиму;
- «розвантаження» повітряних мас;
- збільшення відносної вологості повітря і «згладжування» її добових і сезонних коливань;
- виділення кисню в атмосферу;
- збільшення концентрації від'ємно заряджених іонів у атмосфері над деревно-чагарниковими насадженнями;
- виділення біологічно активних речовин, що пригнічують розвиток патогенних агентів в атмосфері;
- зниження рівня шуму внаслідок поглинання енергії, що викликає його механічні коливання;
- затримання частини опадів і зменшення поверхневого стоку;
- у водних і болотяних екосистемах – формування умов аеробного розкладання забруднюючих воду речовин, поглинання біогенних елементів;
- затримання снігового покриву і талих вод;
- закріплення сипких ґрунтів, зниження рівня ерозії;
- поліпшення візуальних властивостей урбанізованих ландшафтів.

Свідоме використання людиною перерахованих функцій рослинного покриву у формуванні і оптимізації урбанізованого

середовища втілює в теорії і практиці фітомеліорації.

*Фітомеліорація* – напрям прикладної екології, що полягає в дослідженні, прогнозуванні і використанні рослинних систем для поліпшення геофізичних, геохімічних, біотичних, просторових і естетичних характеристик довкілля людини, проектуванні і створенні штучних рослинних угруповань (включаючи цілеспрямоване використання природних рослинних угруповань) з високими перетворюючими фізичне середовище властивостями.

Залежно від комплексу поставлених задач виділяють п'ять напрямів фітомеліорації, що відображені на рис. 9.6.



Рис. 9.6. Напрями фітомеліорації (за В. П. Кучерявим)

Використання фітомеліоративних систем передбачає залучення механізмів зміни середовища існування, заснованих на принципах *компенсації* (наприклад, поповнення запасів кисню повітря, спожитого населенням, енергетикою і промисловістю), *опірності* зовнішній дії (наприклад, здатність слабочутливих до газопилового забруднення рослин поглинати домішки з атмосфери) і *посилення* (наприклад, виділення фітонцидів).

Головними принципами створення насаджень у різних функціональних зонах міст є:

- *принцип комплексності*: рослинні системи проектуються, створюються і використовуються для досягнення не однієї, а комплексу фітомеліоративних задач (наприклад, зменшення вмісту забруднюючих газів і аерозолів у атмосфері разом із зниженням рівня шуму і поверхневого стоку і одночасним посиленням естетичних властивостей навколишнього середовища);

- *принцип відповідності* складу і структури рослинного угруповання (фітоценозу) типу умов зростання: природні біогеоценози безпосередньо включаються в мережу управління якістю навколишнього середовища міста, а штучні біогеоценози проектуються і створюються таким чином, що вони структурно і функціонально імітують природні.

Міська рослинність певним чином є практично уособленим, штучно створеним угрупованням, яке існує в специфічних умовах. Парадокс полягає в тому, що, з одного боку, рослини життєво необхідні для міста, а з іншого – саме місто, точніше, господарська діяльність городян створює суттєві перешкоди для їх нормального розвитку. Ця суперечність повинна бути вирішена на користь зеленого світу міст, а зрештою – міського населення. Оскільки міські екосистеми нездатні до саморегуляції, правила і норми по створенню і підтримці зелених насаджень у місті повинні бути засновані на дотриманні екологічних принципів, вживаних при створенні штучних екосистем.

#### **9.4. Роль міст в динаміці ареалів видів флори і фауни**

Характерною рисою міської флори і відмінною від природної є динамічність і непостійність. Її склад і загальна кількість видів може змінитися за достатньо короткий проміжок часу. При цьому чим молодше місто або мікрорайон, тим більш нестабільні його фітоценози. Сприяють цьому і такі чинники, як розширення забудови, знос старих будівель, розвиток промисловості і транспорту. Так, у Щецині (Польща) при порівнянні списків за 1900 і 1941 рр. виявлено, що загубилося близько сотні представників флори і з'явилося стільки ж нових.

На прикладі міської флори добре помітні такі прояви синантропізму, як заміна малорозповсюджених видів космополітами, заміна стенотопних евритопними видами, вологолюбивих – ксерофільними. Процес синантропізації у глобальному масштабі

веде до зменшення різноманітності флори, до вирівнювання географічних, екологічних та історичних відмінностей. Слід підкреслити, що частка синантропних видів постійно збільшується. В результаті флористичний склад міст навіть різних кліматичних зон стає дуже схожим. Так, 15 % видів рослин є загальними для всіх міст Європи, а якщо порівнювати тільки центри цих міст, то цей показник буде набагато вищим – до 50 %.

Найбільше підпадають під негативну дію урбанізації ареали *ендемичних* видів (видів, що ростуть частіше за все на невеликих за площею обмежених областях земної поверхні). Чим менша площа ареалу виду-ендемика і чим більш специфічними є вимоги до місцепроживань, тим більша вірогідність скорочення видового ареалу під впливом урбанізації, аж до зникнення. Проте урбанізація, у більшості випадків, є лише завершальною у ряді причин скорочення ареалів. Як правило, їй передує інтенсивне сільськогосподарське освоєння земель, що супроводжується докорінною перебудовою природних ландшафтів і знищенням специфічних умов місцепроживань видів-ендемиків. Відомі й зворотні приклади збереження популяцій ендемічних і неендемичних видів рослин, чисельність яких скорочується, комах і птахів на урбанізованих територіях у тих випадках, коли землі з місцепроживаннями таких видів були виведені з інтенсивного використання для забудови і зберігалися у малозміненому вигляді.

Скорочення ареалів або, принаймні, зниження чисельності усередині ареалу під дією комплексу пов'язаних з урбанізацією чинників спостерігається і у широко поширених видів-«спеціалістів» в результаті фрагментації, порушення або знищення місцепроживань самих видів або їх харчових жертв, а також прямого знищення. Це повною мірою стосується до більшості видів денних хижих птахів і совиных, крупних ссавців, риб (наприклад, створення водосховищ, забруднення водних об'єктів в урбанізованих регіонах, що призводить до зникнення нерестовищ або погіршення кормової бази окремих видів). Подібні зміни торкаються не лише репродукційних, але й зимовочних і трофічних ареалів.

Ареали широко поширених видів-«генералістів» і видів-комополітів є менш підвладними змінам і навіть можуть розширятися під впливом урбанізації. Розширення охоплює як репро-

дукційні, так і сезонні (трофічні, зимовочні) частини ареалів за допомогою освоєння і «включення» урбанізованих місцепроживань у вторинний ареал.

Зростання міст, що призводить до формування нових умов існування (місце життя і їжа) у конкретній області Землі, сприяє проникненню в міста з сусідніх областей видів із спеціалізованими вимогами до місцепроживань, наприклад, скельних видів, видів-троглобіонтів (що мешкають у печерах), умови життя яких в містах максимально наближені до умов життя в первинному ареалі. В даному випадку урбанізація є фактором формування і розширення (як правило, в масштабах континенту) вторинних ареалів. Більшість з цієї групи видів стають синантропами.

Нарешті, міста відіграють провідну роль в інтерконтинентальному і трансконтинентальному розширенні і формуванні плямистих сучасних ареалів видів, які освоюють нові області поширення лише завдяки навмисній і ненавмисній діяльності людини (інтродуценти і адвентивні види). Більшість видів даної групи також є синантропами.

У великому сучасному місті є всі умови для створення стійкого багатовидового угруповання. Воно може зробити місто одним з процвітаючих біоценозів природи і тим самим створити додаткові зручності для життя людини і поліпшення середовища її існування.



### ***Контрольні питання***

1. У чому полягають екологічні особливості міських рослин?
2. У чому полягає роль земель з зеленим покривом у місті?
3. У чому полягають екологічні функції зеленої зони міста?
4. Перерахуйте основні санітарно-гігієнічні функції зелених насаджень.
5. На які групи поділяють рослини за стійкістю до несприятливих умов?
6. Що таке іонізація повітря? Яку роль у цьому відіграють рослини?
7. Від чого залежить фітонцидна активність рослин?

8. Охарактеризуйте роль рослин в поліпшенні мікроклімату міст.
9. В чому полягають декоративно-планувальні функції зелених насаджень?
10. У чому полягає емоціональний компонент для людини при формуванні міської фауни?
11. Яку роль відіграє тваринний світ в урбанізованому середовищі?
12. Зазначте основні напрямки фітомеліорації міського середовища.
13. Перерахуйте основні антропогенні чинники несприятливої дії на флору і фауну міст.
14. Чому необхідно зберегти біорізноманіття живих організмів у містах?



### ***Література***

1. Касимов Н. С. Экология города : уч. пос. / Н. С. Касимов, А. С. Курбатова, В. Н. Башкин ; под общ. ред. Н. С. Касимова. – М. : Научный мир, 2004. – 624 с.
2. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць : підруч. / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2005. – 456 с.
3. Кучерявий В. П. Фітомеліорація : навч. посіб / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2003. 540 с.
4. Франчук, Г. М. Урбоекологія і техноекологія : підруч. / Г. М. Франчук, О. І. Запорожець, Г. І. Архіпова. – К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. – 496 с.
5. Экология города : уч. пос. / [В. В. Денисов, А. С. Курбатова, И. А. Денисова и др. ; под. ред. В. В. Денисова]. – М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : издат. центр «МарТ», 2008. – 832 с. (Серия «Учебный курс»).
6. Экология города : учебн. / под ред. Ф. В Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.



## ГЛАВА III. ІНФРАСТРУКТУРА МІСТА

---

### РОЗДІЛ 10 СКЛАДОВІ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА

---

Історія людської цивілізації свідчить про те, що розвиток таких інфраструктурних об'єктів, як шляхи сполучення, транспорт, зв'язок та ін. справляв вирішальний вплив на економіку окремих міст, регіонів і держав, а розвиток інфраструктури освіти, культури, охорони здоров'я, науки, спорту і побутових послуг (водопровід, очисні споруди, каналізація тощо), створював комфорт і підвищував якість життя. Тому люди, починаючи з давньоісторичних формацій, створювали інфраструктуру як середовище проживання. Так, у Стародавньому Єгипті з'явилися дороги, що зв'язували різні кінці держави і зрошувальні системи; у Давній Греції відбувалося активне інфраструктурне облаштування полісів, у них з'являлася велика кількість громадських споруд, таких як палестри (спортивні школи), гімназії (шкільні будівлі), стадіони, бібліотеки, лазні та ін.

Основою всіх «світових» імперій з давніх часів був розвиток військової, виробничої, ринкової, соціальної інфраструктур, що давали можливість установа виняткової влади і могутності, центром якої слугували процвітаючі міста.

Розвиток галузей інфраструктури впливає на розвиток суспільного виробництва країни та її регіонів, зростання його ефективності. Існуюча інфраструктура – це відображення тих соціально-економічних, наукових і культурних відносин, які виникли на певному етапі розвитку і притаманні певному суспільству. Більш того, інфраструктура стала одним з головних чинників конкурентоспроможності. Розвиток нової інфраструктури розглядається як ключова умова модернізації більшості країн.

Інфраструктура є особливим сектором економіки і видом економічної діяльності, спрямованим на створення і поліпшення умов соціально-економічного розвитку на глобальному, національному, місцевому й організаційному рівні.

Наразі жодна галузь господарства не може існувати без інфраструктури. Вона забезпечує нормальне функціонування як окремих підприємств, галузей, так і міста в цілому. Сьогодні інфраструктурні об'єкти інтегровані в усі сфери життєдіяльності міста: економічну, соціальну, культурну, політичну та ін. Чим більше місто за розмірами і чисельністю населення, тим більше послуг воно надає, і тим ширшою є його інфраструктура.

### **10.1. Класифікація інфраструктури**

Поява терміна «інфраструктура» відбулося наприкінці 40-х рр. ХХ ст. Відомо, що сам термін запозичений з військового лексикону, де він означає комплекс споруд і об'єктів, що забезпечують діяльність збройних сил (склади боєприпасів, озброєння, продовольства і обмундирування, аеродроми, порти тощо). У подальшому це визначення почали використовувати в економічній літературі, у різних сферах економічної діяльності. Наразі цей термін трактується набагато ширше, він охоплює собою обслуговуючі системи виробництва і соціальну сфери. Сьогодні інфраструктура розглядається, як загальна умова виробництва не лише матеріальних продуктів, але й різноманітних, у т. ч. соціальних і адміністративних послуг.

На даний момент термін «інфраструктура» широко вживається, проте існує декілька його визначень.

Інфраструктура (від лат. *infra* – нижче, під і *structura* – будова, розташування) – це сукупність споруд, будівель систем та служб, необхідних для функціонування галузей матеріального виробництва і забезпечення умов життєдіяльності суспільства.

Інфраструктура – це сукупність матеріальних, інституціональних і індивідуальних видів обладнання, наявних у розпорядженні господарських одиниць, що дозволяють при доцільному розміщенні ресурсів забезпечувати повну інтеграцію і високий рівень господарської діяльності.

Інфраструктура – сукупність галузей, що виробляють послуги, необхідні для розвитку економіки, котрі характеризуються тривалістю будівництва і термінів служби певних об'єктів.

Узагальнене визначення терміну таке:

*інфраструктура* – це сукупність галузей і видів діяльності, що обслуговують як виробничу, так і невиробничу сфери економіки

з метою створення умов для нормальної діяльності головних галузей матеріального виробництва та розвитку продуктивних сил країни. Інфраструктура являє собою комплекс різних галузей господарства, що обслуговують виробництво, сукупність ланок, підприємств і організацій, що входять у ці ланки, і надають виробничі послуги матеріальному виробництву, забезпечуючи економічний обіг у народному господарстві.

Інфраструктура має ряд властивих їй *ознак*:

- є продуктом розвитку продуктивних сил суспільства;
- є результатом процесу виробництва матеріальних благ;
- її зміст визначається внутрішньою економічною єдністю галузей, які її формують, та видів діяльності;
- види діяльності галузей, які формують інфраструктуру, обумовлюються тими функціональними призначеннями або пріоритетами, які складаються у суспільстві.

Інфраструктура покликана створювати умови, необхідні для нормального функціонування діяльності об'єкта (наприклад, певного виробництва, ринку, товарообігу, туризму і т. ін.). *Найбільш істотним значенням* інфраструктури є її роль у створенні загальних передумов відтворювального процесу, зростання суспільного виробництва та прогресу; вона є матеріальною умовою для розміщення і функціонування усього суспільного виробництва, обслуговуючи його і створюючи послуги та ін. блага для нормальної життєдіяльності населення.

Розвиток інфраструктури відбувається в результаті подальшого поглиблення процесу поділу праці, збільшення масштабів виробництва. Наприклад, потреби виробництва та населення, які постійно зростають, сприяють розвитку міст, залізних і шосейних доріг, портів, аеродромів, підприємств і закладів торгівлі, охорони здоров'я, освіти, культури, зон масового відпочинку населення та ін.

У сучасних умовах інфраструктура розглядається як особливий суспільно-ринковий інститут. Вона відіграє ключову роль у формуванні єдиного економічного простору з вільним переміщенням товарів, трудових, матеріальних, фінансових ресурсів на основі правопорядку, що встановлений і підтримується державою.

В залежності від масштабів є інфраструктура:

- підприємства;

- міста;
- галузі;
- країни.

Виокремлюють такі види інфраструктури:

- *інституціональна* (підсистема управління економікою);
- *інноваційна* (обслуговує та забезпечує реалізацію інноваційної діяльності);
  - *наукова* (безпосередньо сприяє науковому прогресу);
  - *інформаційна* (забезпечує функціонування та розвиток інформаційного середовища);
    - *економічна* (комплекс різних галузей і видів діяльності, призначених для обслуговування виробництва і господарства);
    - *ринкова* (забезпечує вільний рух товарів і послуг);
    - *інженерна* (сукупність систем інженерно-технічного забезпечення будівель і споруд);
    - *виробнича* (обслуговує виробництво);
    - *транспортна* (комплекс установ і галузей по автомобільних перевезеннях і підтримання в належному стані усіх пов'язаних з ними ін. галузей);
    - *соціальна чи невиробнича* (установи і підприємства, які функціонально забезпечують нормальні умови для життєдіяльності населення);
    - *екологічна* (необхідна для охорони та покращення навколишнього середовища);
    - *туристична* (сукупність установ і підприємств, існування яких спрямоване на задоволення оздоровчих і рекреаційних потреб людей);
    - *військова* – комплекс об'єктів і споруд, які входять в основний склад стаціонарних відділів, що є основою для розгортання озброєних сил, ведення військових дій і забезпечення бойової і оперативної підготовки військ.

*Основна функція* інфраструктури полягає у забезпеченні взаємозв'язків між складовими системи, до яких належать усі її об'єкти та суб'єкти. У сучасних містах інфраструктура відіграє серйозну самостійну роль у розвитку міста.

*Інфраструктура міста* – це комплекс взаємозв'язаних обслуговуючих структур і об'єктів, які становлять основу функціонування міської системи; комплекс установ і підприємств, які

відповідають за своєчасне і нормальне надання послуг населенню у сфері комунальних служб, а також у туристичному, розважальному і торговельному секторах. Інфраструктурою міста є дороги, парки, водосховища, канали, мости, аеродроми, склади, порти, будівлі і споруди обслуговування. Вона включає також зв'язок, транспорт, освіту, науку, охорону здоров'я та ін. Тобто інфраструктура – це набір умов для життєдіяльності мешканців населених пунктів і приїжджих.

## **10.2. Інституціональна інфраструктура**

Об'єкти *інституціональної інфраструктури* створюють умови для суспільного розвитку. Інституціональна інфраструктура – широке поняття, оскільки інститути інфраструктури діють у всіх складових економічної системи країни. Різноманітність її складових зумовила необхідність поділу на такі підсистеми:

- адміністративно-фінансова (органи управління галузями, біржі, банки, податкові та статистичні органи, армія, міліція, юридичні заклади та ін.);
- суспільно-політична (партії, профспілки та інші громадські організації);
- економічна.

Інституціональна інфраструктура відрізняється від інших інфраструктур тим, що вона не є окремою галуззю, а контролює та обслуговує ін. види інфраструктур, як керівна підсистема суспільства, регіону і виробництва.

Будучи складною системою різноманітних, пов'язаних між собою елементів, за рівнем виконуваних управлінських і регулятивних функцій інституціональна інфраструктура може бути таких *рівнів*: національного, регіонального, місцевого, галузевого, на рівні підприємства чи організації.

Інституціональна інфраструктура є носієм усього спектра соціальних відносин (політичних, економічних, правових, психологічних тощо) і взаємодії в суспільстві, тоді як виробнича – це елемент, ланка тільки виробничих (економічних) відносин. Водночас соціальна інфраструктура, яку правильніше назвати персональною (суб'єктною), пов'язана з відносинами, що забезпечують відтворення власне людини як вирішального суб'єкта відтворювального процесу в єдності виробництва матеріальних

та духовних благ, їх розподілу, обміну і споживання.

*Призначення інституціональної інфраструктури* полягає у відпрацюванні такої нормативно-правової бази, яка діє у визначених межах певного господарського організму і створює однакові умови для діяльності суб'єктів господарювання й отримання вигоди. Ці норми і правила утворюють правову та регульовальну інфраструктуру, визначають характер економічних відносин у процесі взаємодії суб'єктів господарювання, формують певну ієрархію, структуруючи інституціональне середовище.

*Функціональне призначення* інституціональної інфраструктури полягає в наданні суспільно-корисних невиробничих послуг наукового, управлінського, правоохоронного і захисного характеру на рівні усього суспільства в цілому. В її організаційно-галузевий склад включаються громадські організації, органи загальнодержавного управління, служби безпеки і внутрішніх справ, митні і антимонопольні органи, наукові організації загальнотеоретичного напрямку досліджень, установи системи кредитування і страхування та ін. Через функціонування цих інститутів інституціональна інфраструктура прямо або побічно сприяє нормальному функціонуванню і підвищенню ефективності різних суспільних процесів, об'єктів і галузей.

### **10.3. Інноваційна і наукова інфраструктура**

Організаційну, правову та економічну підтримку інноваційної діяльності підприємств на різних рівнях і у різних формах забезпечує інноваційна інфраструктура.

*Інноваційна інфраструктура* – сукупність взаємозв'язаних і взаємодіючих організацій, установ, їх об'єднань, асоціацій будь-якої форми власності, що надають послуги для інноваційної діяльності; сукупність ресурсів і засобів, що забезпечують матеріально-технічне, фінансове, організаційно-методичне, інформаційне, консультативне й ін. обслуговування інноваційної діяльності – увесь спектр державних і приватних установ і організацій, які забезпечують розвиток і підтримку усіх стадій інноваційного циклу.

Інноваційна інфраструктура об'єднує організації різних видів: фінансові, консалтингові, маркетингові, інформаційно-комунікаційні, юридичні, освітні; тренінгові фірми; інвесторів; по-

середників; наукові та державні установи, які своєю діяльністю охоплюють увесь інноваційний цикл – від генерації науково-технічної ідеї до реалізації нововведення.

*Метою створення цієї інфраструктури є комплексне забезпечення інноваційної діяльності суб'єктів господарювання, збереження і розвиток науково-технічного потенціалу країни в інтересах суспільства, включаючи подолання спаду виробництва, його структурну перебудову, зміну номенклатури виробів, створення нової продукції, розробка нових виробничих процесів.*

*Організаційно об'єкти інноваційної інфраструктури можуть бути представлені як:*

- фінансово-кредитні установи;
- зони інтенсивного науково-технологічного розвитку (технополіси, технопарки), інноваційні парки;
- інноваційні центри;
- інкубатори (інноваційні, технологічні, інноваційного бізнесу);
- консалтингові фірми, компанії та ін.

Реалізація відповідних функцій інноваційної інфраструктури передбачає формування комплексу взаємозв'язаних елементів:

- система інформаційного забезпечення, яка дає доступ до баз і банків даних для усіх зацікавлених, незалежно від форм власності, яку формують аналітичні і статистичні центри, інформаційні бази і мережі;

- експертиза (включаючи державну) інноваційних програм, проектів, пропозицій, заявок: центри, які дають експертні висновки для виробників, інвесторів, страхових служб і т. ін.;

- фінансово-економічне забезпечення інноваційної діяльності, на основі використання різноманітних джерел надходження коштів: банківські фонди, ресурси підприємств і організацій, інвестиційні фонди, іноземні інвестиції, позабюджетні, страхові фонди, кошти кредитно-гарантійних організацій небанківського сектора, ресурси фінансово-промислових груп, орієнтовані на технологічну інноваційну діяльність, фонди розвитку й ін. спеціалізовані організації;

- система сертифікації наукової продукції, відповідні послуги у сфері метрології, стандартизації, контролю якості;

- система просування нововведень на регіональні, міжрегіональні, іноземні ринки, включаючи виставкову, рекламну, мар-

кетингову, патентно-ліцензійну види діяльності, захист інтелектуальної власності, оцінку комерціалізації наукових результатів;

- підготовка кадрів для інноваційної діяльності в умовах ринкової економіки, яку забезпечує сукупність наукових закладів і наукового обслуговування, науково-дослідні інститути, установи вищої професійної освіти;
- виробничо-технологічна структура: технопарки, інноваційно-технологічні центри, бізнес-інкубатори, інжинірингові фірми, особливі економічні зони.

Об'єктами *наукової* інфраструктури, що є підсистемою інноваційної, є сукупність наукових закладів і наукового обслуговування, інформаційного забезпечення – вона безпосередньо сприяє науковому прогресу, допомагає покращувати показники продуктивності праці у різних галузях економіки. Питома вага інфраструктури в економіці закономірно підвищується у зв'язку зі зростанням її науково-технічного рівня.

Наприклад, Японія має обмежені природні та земельні ресурси, до того ж після Другої світової війни обмеженість фінансових ресурсів, віддаленість від ринків поставили її у досить складні стартові умови порівняно з ін. країнами. Вдала інноваційна політика японського уряду допомогла промисловості ефективно використати цей фактор і швидше за ін. країни, які мали суттєві переваги, досягти високого рівня конкурентоспроможності, змінити пріоритетні напрями розвитку.

Досвід розвинених країн свідчить, що в умовах глобальної конкуренції на світовому ринку виграє той, хто має розвинену інфраструктуру реалізації нововведень, хто володіє найефективнішим механізмом інноваційної діяльності і використовує увесь діапазон технологій створення та реалізації інновацій.

#### **10.4. Інформаційна інфраструктура**

*Інформаційна інфраструктура* – частина наукової, виробничої та соціально-економічної структури, яка є матеріальною основою всебічного інформування наукових досліджень, а також виробничої діяльності. Інформаційна інфраструктура – система інформаційної техніки і технологій, електронного зв'язку, інформаційного обслуговування, які забезпечують інформаційну діяльність у суспільстві.



Причина виникнення інформаційної інфраструктури – неспроможність традиційної системи науково-інформаційних комунікацій (на основі публікацій, особистих контактів учених, наукових конференцій тощо) комплексно забезпечити науковою інформацією зацікавлених у цьому фізичних і юридичних осіб; значні витрати часу на пошук необхідної інформації; низька ефективність такої діяльності; великі й непродуктивні витрати на науково-інформаційні процеси (написання книг статей, звітів, їх публікацію, збереження, обробку, пошук та ін.). Сучасна ефективна основа вирішення цієї проблеми – використання новітніх комп'ютерів, світових комп'ютерних мереж, інформаційного обслуговування, що дає змогу зосередити значний обсяг інформації у блоках пам'яті цих комп'ютерів і надавати її кожному, хто має сучасний комп'ютер, телефонний апарат або телевізор.

Одним з елементів сучасної інформаційної інфраструктури є організації, які обслуговують конкретних споживачів, використовуючи власні комп'ютери й орендуючи банки даних, або залучають до цього існуючі компанії. Так, у США інформаційні послуги надають великі корпорації: «Дженерал електрик» (американська багатогалузева корпорація), ІБМ (електронна корпорація, найбільший світовий виробник усіх видів комп'ютерів і програмного забезпечення, один з найбільших провайдерів глобальних інформаційних мереж), Локхід (компанія, що спеціалізується у галузі авіабудування, авіакосмічної техніки, автоматизації поштових служб та аеропортової логістики) та ін., які концентрують і централізують такі послуги, створюючи інформаційні мережі. Наприклад, створений при корпорації «Локхід» інформаційний відділ «Діалог» орендує понад 150 різних банків даних і обслуговує більш, як 150 тис. терміналів, встановлених у науково-дослідних організаціях майже 40 країн світу. У пам'яті центрального процесора зберігається до 10 млн. записів.

Ще одна ланка інформаційної інфраструктури – інформаційні посередники, які займаються пошуком необхідних даних, їх розмноженням. Необхідним елементом цієї інфраструктури є інформаційні відділи науково-дослідних організацій. Вони виконують посередницькі функції між дослідниками та автоматизованими інформаційно-пошуковими системами.

Найновішою формою інформаційної інфраструктури на су-

часному етапі є Інтернет – всесвітня комп’ютерна мережа, що забезпечує доступ до містких спеціалізованих інформаційних систем, та електронна пошта – популярний сервіс в Інтернеті, за допомогою якого відбувається обмін даними будь-якого змісту (текстові документи, аудіо- і відеофайли, різні програми).

Створення сучасної інформаційної інфраструктури дає змогу заощадити значну частину робочого часу наукових працівників, стимулює процес наукової творчості, сприяє прискоренню впровадження результатів наукових досліджень у виробництво, зростанню продуктивності праці.

### **10.5. Ринкова інфраструктура**

*Ринкова інфраструктура* – це специфічна система загально-прийнятих, законодавчо і традиційно ustalених норм, правил та обмежень, а також організацій, формування, регулювання і використання яких забезпечує функціонування ринкової системи відповідно до мети і стратегії економічної політики держави.

*Призначення* ринкової інфраструктури – вирівнювання умов господарської діяльності для різних суб’єктів економічної системи, забезпечення безперервного руху послуг і товарів, цінних паперів, грошей і валюти, робочої сили.

Складові ринкової інфраструктури:

- організаційна: біржі (товарні, фондові, валютні), постачальницько-збутові організації, брокерські організації, аукціони;
- матеріальна: ресурси, складське і тарне господарство, транспортні системи;
- інформаційна: засоби зв’язку і телекомунікації, Інтернет; інформаційні і довідкові системи по продукції і цінах, рекламні агентства;
- кредитно-розрахункова: банківська система, фонди, кредитні установи, страхові компанії;
- консультативна: консультативні агентства, консалтингові компанії;
- контролююча: аудиторські компанії;
- законодавча: нормативно-правові акти.

Наявність ринкової інфраструктури дає змогу ринкові виконувати такі функції:

- організаційне оформлення ринкових відносин;

- сприяння учасникам ринкових відносин у реалізації їх інтересів;
- підвищення оперативності й ефективності роботи ринкових суб'єктів на основі спеціалізації окремих суб'єктів економіки і видів діяльності;
- полегшення форм юридичного та економічного контролю, державного і суспільного регулювання ділової практики.

Для ринкової системи властива функціональна сумісність і взаємозалежність окремих інфраструктурних інститутів. Такі складові, як виробничі й торговельні підприємства, біржі, банки, страхові компанії, надають ринковій системі організованої завершеності, поєднують виробників і споживачів у спільний відтворювальний процес.

## **10.6. Інженерна інфраструктура міста**

*Інженерна інфраструктура* – сукупність галузей і видів діяльності, що обслуговують економіку, виробництво і безпосередньо пов'язані зі створенням загальних умов для відтворення робочої сили і забезпечення нормальної життєдіяльності людей.

Інженерна інфраструктура одночасно є комплексом систем інженерного обладнання (інженерних комунікацій, споруд та допоміжних пристроїв), згрупованих за ознаками однорідності виробничого процесу у водогосподарський, енергетичний і природоохоронний комплекси:

- водогосподарський комплекс складається із системи водопостачання питною водою, промислових водоводів, систем каналізування господарсько-побутових вод, а також промислової каналізації;
- енергетичний комплекс включає системи електро-, тепло-, газо-, паливопостачання;
- природоохоронний комплекс включає підприємства, що здійснюють сміттєвидалення і переробку міських відходів.

Функціональне призначення цієї інфраструктури полягає у забезпеченні на конкретній території усіх споживачів водою, енергією, паливом, видаленні та захороненні побутових і виробничих відходів, у створенні комфортного повітряно-теплового режиму у приміщенні і забезпеченні санітарно-гігієнічних умов для проживання населення.

Інженерна інфраструктура є складовою частиною виробничої інфраструктури, підгалуззю матеріального виробництва, а також входить складовою частиною об'єктів житлово-комунального господарства і окремими спорудами у міське господарство.

### **10.7. Виробнича інфраструктура**

*Виробнича інфраструктура* – це комплекс галузей, що обслуговують основне виробництво і забезпечують його ефективну економічну діяльність, сукупність підгалузей, виробництв і видів діяльності, основними функціями яких є виробничі послуги, а також забезпечення обороту в економіці. Об'єкти цієї інфраструктури обслуговують безпосередньо базові галузі матеріального виробництва.

До виробничої інфраструктури належать транспорт і зв'язок, що обслуговують виробництво; матеріально-технічне забезпечення і збут готової продукції і товарів; виробниче водопостачання та водовідведення; об'єкти електроенергетики. Вона також містить у собі галузі або господарські самостійні ланки, що не входять до складу виробничих підрозділів. Цими ланками є: транспортно-постачальницька, водноенергетична, заготівельно-торговельна, іригаційно-меліоративна, магістрально-комунікаційна, інформаційна, кредитно-фінансові заклади, ділове обслуговування.

Виробничу інфраструктуру класифікують за просторово-виробничим і галузевим підходами.

За *просторово-виробничим підходом* виділяють виробничу інфраструктуру:

- підприємства;
- регіону;
- держави;
- співдружності держав;
- світової спільноти.

За *галузевим принципом* побудови виробництва виділяють виробничу інфраструктуру:

- окремого виробництва;
- підприємства;
- галузі.

*Основні функції* виробничої інфраструктури полягають у забезпеченні руху:

- матеріальних засобів: природних ресурсів, енергії, готових товарів;
- робочої сили ( трудових ресурсів);
- виробничих фінансів;
- виробничої інформації.

Надаючи послуги основному виробництву, виробнича інфраструктура підвищує його ефективність, забезпечує безперервність обороту всіх форм і частин сукупного суспільного продукту, сприяючи тим самим нормальному функціонуванню і поступальному розвитку базисних галузей народного господарства, а також власне інфраструктурного комплексу. Елементи виробничої інфраструктури не створюють новий продукт у його матеріально-речовій формі, а лише створюють умови для його виробництва, збільшуючи його у вартісному виразі, що в межах держави виражається у зростанні національного доходу.

### **10.8. Транспортна інфраструктура**

Транспортна інфраструктура є однією з найважливіших складових частин інфраструктури економіки країни.

*Транспортна інфраструктура* – це економічно збалансована система мереж сполучень усіх видів транспорту, споруд, рухомого складу, засобів управління і зв'язку, що забезпечує роботу транспортних засобів і задовольняє потреби населення та виробництва у перевезеннях пасажирів і вантажів.

Транспортна інфраструктура являє собою величезний комплекс служб та об'єктів, що включає усі види транспорту, транспортні структури і підрозділи. До транспортної інфраструктури належить також сукупність об'єктів (підприємств, закладів), які займаються ремонтом, будівлею і реконструкцією, експлуатаційним утриманням доріг, мостів та інших дорожніх споруд.

Інфраструктуру транспорту утворюють транспортні магістралі, засоби транспорту і компанії-перевізники, що обслуговують або свої власні підрозділи приватно, або зовнішніх споживачів на контрактній основі.

*Об'єктами* транспортної інфраструктури є:

- транспортні одиниці: рухомий склад автомобільного і електричного міського наземного пасажирського транспорту, повітряні судна, залізничний рухомий склад, судна, які використовують

- ються з метою торговельного мореплавства або судноплавства;
- шляхи сполучення (вулично-дорожня, позавулична і міжміська транспортна мережа): залізниці, автомобільні дороги, автомагістралі, авіалінії, річкові і внутрішні водні шляхи, метрополітени, канатні дороги, трамвайні шляхи;
  - технічні споруди і склади (тунелі, естакади, мости, парки з ремонту, складські приміщення, депо, вантажні термінали, енергетичне господарство);
  - інженерні мережі і комунікації, об'єкти систем зв'язку, навігації та управління рухом транспортних засобів;
  - вокзали і станції, аеропорти й аеродроми, морські й річкові порти для обслуговування пасажирів і перевезення вантажів;
  - агентства, які здійснюють продаж квитків і організацію перевезень.

Транспортна інфраструктура відіграє важливу роль у забезпеченні торговельно-економічної сфери сировиною, матеріалами, готовою продукцією і товарами, а також робочою силою. Від ступеня розвитку транспортної інфраструктури залежить рівень прогресу економіки, як окремо взятого населеного пункту і регіону, так і країни в цілому.

### **10.9. Соціальна інфраструктура**

*Соціальна інфраструктура* – це сукупність галузей і видів діяльності, що сприяють комплексному відтворюванню людини у процесі реалізації її особистих і суспільних потреб за допомогою надання різного роду послуг.

Соціальна інфраструктура забезпечує створення матеріальних, побутових, культурних і соціальних умов життєдіяльності населення шляхом задоволення його потреб у різних послугах невиробничого характеру з метою підвищення рівня життя і всебічного розвитку особистості.

Поява соціальної інфраструктури пов'язана з розвитком сфери послуг, яка поступово перетворилася у систему життєзабезпечення людини.

*Об'єкти* соціальної інфраструктури поділяють на:

- *соціально-побутову;*
- *соціально-культурну.*

Існують різні підходи до питання внутрішньої будови і кла-

сифікації складових соціальної інфраструктури. Один з підходів до складу соціальної інфраструктури розглядає три функціонально-цільові блоки:

- суспільно-політична й інтелектуально-культурна діяльність (освіта, наука, культура, мистецтво, діяльність у галузі масової інформації, громадських організацій, товариств, асоціацій, об'єднань);

- відновлення і збереження фізичного здоров'я (охорона здоров'я, фізична культура і спорт, соціальне забезпечення, туризм, охорона і вдосконалення навколишнього середовища);

- комунально-побутове обслуговування (житлово-комунальне господарство, побутове обслуговування, торгівля і громадське харчування, пасажирський транспорт, зв'язок по обслуговуванню населення).

*Функції* соціальної інфраструктури визначаються і підпорядковуються цілям соціального й економічного розвитку суспільства: досягнення соціальної однорідності суспільства і всебічному гармонійному розвитку особистості. Основними функціями є:

- виконання розподілу і обміну матеріальних благ (торгівля, кредитування, страхування);

- забезпечення споживацьких послуг (житлово-комунальне господарство, побутове обслуговування, пасажирський транспорт, зв'язок в частині обслуговування населення);

- охорона здоров'я населення (охорона здоров'я, санаторно-курортне обслуговування і відпочинок, соціальне обслуговування і суспільна підтримка населення);

- формування суспільної свідомості і наукового світогляду (освіта, мистецтво, релігія);

- управління і охорона громадського порядку (державне управління, громадські організації, органи охорони громадського порядку).

До найбільш значущих *цільових функцій* соціальної інфраструктури відносять:

- ефективне використання трудових ресурсів;
- створення умов для формування прогресивних тенденцій у демографічних процесах;

- відтворювання робочої сили, що якісно відповідає потребам і рівню розвитку виробництва;

- забезпечення оптимальних житлово-комунальних і побутових умов життя населення;
- покращення і збереження фізичного здоров'я населення;
- раціональне використання вільного часу людей.

*Основною метою* функціонування об'єктів соціальної інфраструктури є повний і всебічний розвиток людини шляхом задоволення його побутових, духовних і культурних потреб.

Розвиток галузей соціальної інфраструктури враховує основні задачі соціальної політики, спрямованої на покращення якості життя населення, підвищення рівня його добробуту і довголіття, формування і відтворення здорового, творчо активного покоління. Це досягається таким чином:

- задоволення зростаючих потреб населення у якісному житті;
- підвищення рівня розвитку соціальної інфраструктури;
- створення культурної сфери життєдіяльності людини;
- покращення екологічних умов життя і праці;
- підвищення професійного рівня працівників як основи збільшення продуктивності праці і зростання обсягів товарів і послуг;
- створення гарантій соціальної захищеності усіх груп населення, у т. ч. молоді і пенсіонерів;
- задоволення потреб населення у товарах і послугах при підвищенні рівня платоспроможності населення.

Важливе значення для вирішення зазначених завдань має система державних мінімальних соціальних стандартів, яка служить нормативною базою й інструментом для розрахунку бюджетної потреби і оцінки фактичного виконання бюджетів різних рівнів.

*Соціальний стандарт* – це сукупність соціальних потреб населення, а також потреб на утримання установ несоціальної сфери, що фінансуються із бюджету, яка виражається у соціальних нормах і нормативах.

*Соціальні норми і нормативи* – єдині або групові для однорідних територій заходи соціальних потреб, таких як забезпеченість продуктами харчування, найважливішими житлово-комунальними, соціально-культурними та ін. послугами, а також потреба на утримання соціальної інфраструктури.

Характеристика соціальної інфраструктури є основною вихідною інформацією, що використовується для розрахунку бю-



джетної потреби. Основні складові характеристики – чисельність працюючих; тих, хто навчається; займана площа і рівень її використання. Ці характеристики формуються у розрізі галузей, типів і видів установ галузі, у розрізі територій регіону.

У цілому галузі соціальної інфраструктури створюють умови для раціональної і ефективної організації основних видів діяльності людини: трудової, побутової, суспільно-політичної, духовної і культурної. Оскільки практична реалізація цих умов виражається у послугах і духовних благах, то соціально-побутову інфраструктуру можна назвати сферою виробництва послуг і духовних благ.

### **10.10. Екологічна інфраструктура**

*Екологічна інфраструктура* – це комплекс спеціалізованих підприємств і установ, окремих природоохоронних об’єктів, інженерних споруд і комунікацій, а також структурно-функціональних елементів виробничо-технологічних систем і об’єктів соціального призначення, що забезпечують охорону навколишнього середовища, відтворення, збереження і примноження природних ресурсів, підтримання довкілля у сприятливому стані.

Складовими компонентами екологічної інфраструктури є:

- природно-антропогенна складова (біосфера, ландшафтні парки, заповідники, заказники, території, що особливо охороняються);
- соціальна складова (населення, трудові ресурси);
- техногенна складова (сфера виробництва і обслуговування, будівлі і споруди);
- екологічна законодавча і нормативно-правова база (чинні природоохоронні закони, нормативно-правові акти, екологічні концепції і програми);
- економічна складова (система пільг, податків і штрафів);
- організаційно-управлінський апарат (державні органи, приватні структури, громадські організації).

*Основна функція* екологічної інфраструктури – підтримка, відновлення і забезпечення високої якості середовища життя на всіх управлінських рівнях – від державного до регіонального і локального. У масштабі держави – це взаємодіючі між собою освоєні та природні території, необхідна сукупність територій,

що охороняються, екологічний каркас території держави та екологічні коридори, великі технологічні системи інфраструктури, невідновні та відновні природні ресурси, система моніторингу. У масштабі регіону – це екологічна виробнича і соціальна інфраструктури, екологічний каркас регіону та зелені коридори. Екологічна інфраструктура – це дуже широкий комплекс природних, природно-антропогенних і штучних об'єктів і систем, що забезпечують умови збереження середовища життя людини.

Саме екологічна інфраструктура допомагає державним регіональним органам влади приймати управлінські рішення, що максимально впливають на процеси суспільного виробництва з метою забезпечення сталого економічного розвитку і досягнення екологічної безпеки держави та її окремих регіонів.



### ***Контрольні питання***

1. Розкрийте поняття інфраструктури міста.
2. Зазначте особливість інституціональної інфраструктури.
3. Що являє собою інноваційна інфраструктура?
4. Розкрийте значення інформаційної інфраструктури.
5. Які функції виконує ринкова інфраструктура?
6. Що передбачає інженерно-технічна інфраструктура міста?
7. Охарактеризуйте виробничу інфраструктуру міста.
8. У чому полягає значення транспортної інфраструктури?
9. Чинники, що зумовили появу соціальної інфраструктури.
10. Якою є основна функція екологічної інфраструктури?



### ***Література***

1. Закон України «Про інноваційну діяльність» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://osvita.ua/legislation/law/2437/>
2. Васильев О. М. Производственная инфраструктура и ее роль в по-вышении эффективности производства / О. М. Васильев. – К. : Знание, 1991. – 161 с.
3. Витренко Н. М. Социальная инфраструктура Украины: оценка уровня и перспективы развития : монография /

- Н. М. Витренко. – К. : Науч. мысль, 1993. – 144 с.
4. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 1. / відп. ред. С. В. Мочерний. – К. : Видавничий центр «Академія», 2000. – 864 с.
  5. Кочетов А. Н. Современный взгляд на роль инфраструктуры в социальном развитии общества [Электронный ресурс] / А. Н. Кочетов, Д. А. Харитонов // Поволж. гуманитар. журн. – 2001. – № 1. – Режим доступа : [http://www.seun.ru/ oldssea/ Win/ Journal/ j2000\\_2r/Socio/kochet.htm](http://www.seun.ru/ oldssea/ Win/ Journal/ j2000_2r/Socio/kochet.htm).
  6. Мусеев М. С. Управління органами місцевого самоврядування інфраструктурним розвитком міста обласного значення : дис. к. держ. упр. : спец. 25.00.04 «Місьцеве самоврядування» [Електронний ресурс] / М. С. Мусеев. – Запоріжжя, 2015. – 232 с. – Режим доступу : [http://virtuni.education.zp.ua/info\\_cpu/sites/default/files/ dis\\_myseev.pdf](http://virtuni.education.zp.ua/info_cpu/sites/default/files/ dis_myseev.pdf)
  7. Солюс Г. П. Инфраструктура [Электронный ресурс] / Г. П. Солюс // БСЭ. – Режим доступа : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/90931/ Инфраструктура>
  8. Экономический словарь [Электронный ресурс] / Инфраструктура. – Режим доступа : [http://web.krao.kg/13\\_ economica/ 0\\_pdf/4.pdf](http://web.krao.kg/13_ economica/ 0_pdf/4.pdf).

## РОЗДІЛ 11 МІСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

---

Місто розвивається не тільки і не стільки як житловий масив, але і як місце зосередження промисловості, енергетичних, транспортних та інших підприємств, що є його складовими.

Міське господарство включає комплекс служб, підприємств, інженерних споруд і мереж, необхідних для задоволення повсякденних побутових, соціально-культурних і комунальних потреб населення. До складу об'єктів міського господарства входять різноманітні споруди, а також підприємства і організації, що їх експлуатують, і які забезпечують функціонування міста як складної соціально-еколого-економічної системи. До них належать мережі водозабезпечення, водовідведення, енерго-, газо- і теплозабезпечення, зв'язку, благоустрій і санітарне прибирання міської території, міський транспорт, водойми, зелені насадження.

Міське господарство – це сукупність усіх елементів, що забезпечують життєдіяльність міста, його промислового потенціалу і населення. Чим більше місто, тим складніша система організації його господарства і тим більше від нього залежить життєзабезпечення городян. Однією із головних задач міського господарства є створення сприятливої екологічної обстановки в населеному пункті.

### **11.1. Житлово-комунальне господарство**

*Житлово-комунальне господарство (ЖКГ)* – це сукупність галузей, що забезпечують життя і роботу населення країни в нормальних умовах, матеріально-культурні і побутові потреби населення міст і селищ міського типу, а також постачання підприємств і галузей народного господарства необхідними ресурсами води, газу, тепла й електроенергії.

ЖКГ здійснює свою діяльність у межах населених пунктів і являє собою єдиний взаємофункціонуючий комплекс інфраструктури міста. Інженерні споруди і виробничі потужності підприємств ЖКГ залежать від розміру і типу населеного пункту.

Система ЖКГ представлена виробниками і споживачами житлово-комунальних послуг. Це – складна і багатогалузева інженерна система підприємств міського господарства, що охоплює

більше 20 видів діяльності. У виробничому процесі цієї галузі найбільшу питому вагу складає діяльність з експлуатації житлових фондів (до 80 % загального об'єму).

Основні складові ЖКГ наступні.

*Житлове господарство:*

- житловий громадській фонд: житлові будинки, що належать громадянам на правах особистої власності;
- державний житловий фонд;
- нежитловий фонд: готелі, торговельні заклади та ін. нежитлові приміщення, що знаходяться у житлових будинках.

*Комунальні підприємства:*

- санітарно-технічні: водопостачання і водовідведення (каналізація), житлово-експлуатаційні, підприємства з прибирання територій населених місць та санітарної очистки домоволодінь, пральні, лазні, перукарні, купально-плавальні споруди;
- енергетичні: комунальні електростанції, теплоелектроцентралі, газові заводи, які обслуговують населені пункти; електричні, газові і теплофікаційні розподільні мережі; котельні;
- підприємства, що забезпечують функціонування міського пасажирського громадського транспорту: автобус, тролейбус, трамвай, таксі, метрополітен, фунікулер, канатні дороги, водний транспорт місцевого призначення.

*Споруди загальноміського благоустрою:*

- дороги, тротуари, мости і шляхопроводи, підземні та наземні транспортні, пішохідні переходи та естакади, споруди і мережі зливової (водостічної) каналізації, набережні, різні гідротехнічні споруди, призначені для запобігання зсувам і затоплення територій, їх осушення, берегоукріплення;
- наземні і підземні комунікації.
- освітлення вулиць і площ;
- зелені насадження (парки, бульвари, сквери, тощо).

До комунального господарства входять також служби землекористування, інвентаризації будівель, споруд і мереж, ремонтно-експлуатаційні організації, які обслуговують житловий фонд, цвинтарі, що надають ритуальні послуги та ін. У сферу діяльності комунального господарства входить й експлуатація і утримання житлового фонду, з якими органічно пов'язані комунальні підприємства і служби зовнішнього благоустрою населених

мість. До складу комунального господарства входять і різні допоміжні підприємства: по видобуванню та виробництву будівельних матеріалів, ремонтно-будівельні та ін. підприємства, що обслуговують відповідні галузі комунального господарства.

Відмінною особливістю ЖКГ є те, що його галузі, підгалузі, об'єднання і підприємства вирішують складний комплекс виробничих завдань, забезпечуючи ефективне функціонування народного господарства. ЖКГ виконує важливу соціально-економічну функцію, надаючи мешканцям побутові послуги, які в сукупності створюють комфортні умови для життя населення, забезпечуючи йому збереження здоров'я, працездатність, належний фізичний, культурний та інтелектуальний розвиток.

## **11.2. Санітарно-технічне господарство**

Санітарно-технічне господарство включає: водоканали (підприємства, які забезпечують потреби населення міст і селищ міського типу питною водою, здійснюють збирання і очистку стічних вод та експлуатацію водопровідно-каналізаційних мереж), лазні, пральні, перукарні, підприємства з прибирання території міста й очищення будинків та ін.

*Водопостачання* (про яке викладено у розділі 5) забезпечує цілодобову подачу води населенню і промисловим підприємствам у необхідній кількості і такої якості, що відповідає вимогам державного стандарту.

*Каналізація.* Забезпечення належного санітарного стану населених пунктів і промислових підприємств можливе тільки при організованому зборі та своєчасному видаленні за межі їх території стічних вод із наступним очищенням та знезаражуванням. Про систему каналізації населеного пункту, склад і призначення очисних споруд викладено у розділі 5.

*Банно-пральне господарство.* До комунальних підприємств, що обслуговують населення, відносять пральні, лазні, салони з різноманітними косметичними процедурами і послугами.

*Пральні* забезпечують населення і промислові підприємства такими послугами:

- чистка килимових виробів (килими, доріжки, паласи, чохла);
- прання змішаної білизни середньої забрудненості, особливо забрудненої білизни (спецодяг, білизна лікарень, їдалень, ресто-

ранів), шовкових, вовняних речей (ковдри, штори, пледи);

- крохмалення білизни;
- ароматизація білизни;
- прасування білизни.

Пральні можуть бути механізованими та напівмеханізованими. Процес обробки білизни у комунальних пральнях складається з сортування, прання, віджиму, сушіння, прасування, складання і транспортування клієнтам.

*Банне господарство* забезпечує використання населенням різних типів лазень, таких як:

- російські – з високою температурою вологого повітря (60 °С);
- фінські – сауни з високою температурою сухого повітря і охолоджувальними басейнами;
- бані комбінованого типу, що включають, окрім російських бань, ванно-душові відділення, а іноді і басейни;
- літні душові павільйони;
- санітарно-пропускні для миття людей з одночасною дезінфекцією та дезінсекцією.

*Перукарні і косметичні салони* надають такі види послуг:

- манікюр, педикюр;
- декоративний макіяж;
- фарбування та корекція вій і брів;
- стрижки модельні, жіночі, чоловічі, дитячі; хімічна завивка, мелірування тощо;
- різні види масажу: гігієнічний для шиї і обличчя, масаж рук і стопи ніг;
- солярій тощо.

*Прибирання міських територій.* Санітарне прибирання міських територій сприяє зменшенню забруднення зливових вод, зменшує забрудненість повітряного басейну, покращує загальну екологічну обстановку в містах.

Важливе місце у санітарному благоустрої і чистоті міст належить прибиранню міських вулиць (проїжджої частини, тротуарів і внутрішньо-квартальних територій), майданів, проїздів, місць громадського користування (парки, сквери), територій житлових районів і мікрорайонів. Воно здійснюється цілодобово і поділяється на літнє і зимове.

Літнє прибирання міських територій включає підмітання,

поливання та миття проїжджих частин вулиць і тротуарів. Характер, частота і терміни виконання робіт визначаються в залежності від категорії вулиць і їх значимості, а також від інтенсивності руху транспорту і пішоходів, забрудненості проїжджої частини і погодних умов. У літній період з проїжджих частин і тротуарів видаляється пил, бруд, листя, прибирається вуличне сміття, яке отримало назву *змету*, очищаються водостічні колодязі. Норми накопичення вуличного змету приймаються залежно від типу покриття (табл. 11.1).

Таблиця 11.1

### Норми накопичення вуличного змету

Тип покриття	Норми накопичення на 1 м <sup>2</sup> за рік	
	л	кг
Удосконалені покриття (асфальтобетон, бетон)	12	10
Неудосконалені покриття (кам'яне й ін.)	20	15
Паркові покриття	8	56

Об'ємна маса вуличного змету становить 0,7-0,8 т/м<sup>3</sup>.

Середньорічну кількість змету визначають за формулою:

$$Q_p = P_p \cdot t, \quad (11.1)$$

де:  $Q_p$  – середньорічна кількість змету, м<sup>3</sup>;  
 $P_p$  – річна норма накопичення змету, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>;  
 $t$  – площа покриття, м<sup>2</sup>.

Добове накопичення змету визначають, як:

$$Q_d = Q_p / 365 \cdot k, \quad (11.2)$$

де:  $Q_d$  – добове накопичення змету, м<sup>3</sup>;  
 $Q_p$  – середньорічне накопичення змету, м<sup>3</sup>;  
 $k$  – коефіцієнт нерівномірності накопичення, який приймають рівним 1,5-2.

Допустима гранична засміченість лоткової частини на відстані 0,5 м від бортового каменя становить не більше:

- для доріг з інтенсивним рухом – 30 г/м<sup>2</sup>;
- для доріг в житлових районах з невеликим рухом – 50 г/м<sup>2</sup>;
- для другорядних проїздів – 80 г/м<sup>2</sup>.



Порівняно з літнім прибиранням зимове значно ускладнюється завірюхами, снігопадами і ожеледицею. У цей період робота по експлуатації доріг, поряд з чистою, вимагає забезпечення безперервного, безпечного і зручного руху транспорту і пішоходів. Зимове прибирання поділяють на регулярне – у період між снігопадами і періодичне – під час і після снігопаду.

При розрахунку необхідної кількості механізмів для прибирання враховують ступінь ущільнення снігу, від чого залежить його об'ємна маса, яка становить: для снігу, який щойно випав –  $0,1 \text{ т/м}^3$ , снігу, що пролежав у валах –  $0,4 \text{ т/м}^3$ , сколу з вулиць –  $0,7 \text{ т/м}^3$ . Для орієнтовних розрахунків приймають об'ємну масу снігу  $0,35 \text{ т/м}^3$ .

Найбільш ефективною формою боротьби зі сніжно-льодовими утвореннями на дорогах є комплексне застосування засобів механізації. У пісок для посипання (без каміння і вмістом глини не більше 3 %) додають 6-8 % (за масою) хлориду натрію. Це забезпечує достатньо високу ефективність суміші під час снігоочищення і боротьби з ожеледицею і не дозволяє змерзатися піску при його зберіганні на відкритих майданчиках.

Пісок, змішаний з хлоридом натрію, розсипають на горизонтальних ділянках доріг залежно від температури повітря: до  $-6^\circ\text{C}$  –  $120 \text{ г/м}^2$ , нижче  $-6^\circ\text{C}$  –  $240 \text{ г/м}^2$ .

Технологічний процес прибирання залежить від типу дорожніх покриттів. Так, наприклад, удосконалені покриття (асфальтні, цементно-бетонні й ін.) дозволяють механізувати всі основні процеси їх прибирання.

*Підмітання* здійснюють підмітально-прибиральними машинами. Цей процес складається із підмітання, збору сміття і його видалення у місцях розвантажування бункера машини. На сучасних підмітально-прибиральних машинах відокремлення пилу і бруду від поверхні доріг відбувається механічним шляхом з використанням щіток із капрону, а транспортування змету в бункер здійснюються механічними або пневматичними пристроями. Після проходу таких машин у лотку вулиці залишається  $4\text{--}5 \text{ г/м}^2$  сміття, що у 5-8 раз менше допустимої засміченості.

Найбільше застосування у конструкціях робочих органів тротуаро-прибиральних машин знайшов пневмомеханічний спосіб, який поєднує у собі щіткові пристрої і вакуумно-пневмати-

чне знепилювання. Ці машини забезпечують високий санітарно-гігієнічний ефект (коефіцієнт ефективності підмітальних робіт – 90-95 %).

Змет видаляється зливом його у лотки вулиць і далі – у приймальні колодязі водостічної системи міста.

*Мийку* вулиць і доріг здійснюють поливомийними машинами. Ефективність і якість мийки залежить від швидкості струменя і витрати води. Дорожні покриття миють, як правило, тільки при удосконалених покриттях. Нормами встановлена витрата води при мийці: проїжджої частини 0,8-1 л/м<sup>2</sup>, лотків 1,6-2 л/м<sup>2</sup>, тиск струменя води 3-5 МПа.

Проїжджі частини доріг, майданів, вулиць і інженерних споруд миють у нічний час. На магістральних вулицях з інтенсивністю руху більше 1000 авт./год. проїзну частину і лотки миють один раз на добу. При інтенсивності руху транспорту менше 1000 авт./год. проїзна частина і лотки вулиці миються один раз у дві доби. Поливомийні машини можуть використовуватись для поливання зелених насаджень. Машини обладнуються цистернами для води ємністю 4-10 тис. л і більше, насосною системою, трубопроводами і насадками для подачі води. У зимовий час поливомієчні машини використовують для зимового прибирання шляхом кріплення на них зйомного снігоочисного обладнання.

Водостічні колодязі для забезпечення водовідведення підлягають періодичному очищенню. Очищають їх механізованим способом за допомогою насосів в обов'язковому порядку один раз навесні, а потім у разі накопичення бруду і намулу – від двох до чотирьох разів за сезон.

З санітарним прибиранням безпосередньо пов'язане своєчасне видалення твердих побутових відходів (ТПВ).

### **11.3. Паливно-енергетичне господарство**

До складу *паливно-енергетичного господарства*, як галузі комунальної енергетики, входять підприємства і організації, що забезпечують електроенергією, газом, теплом населення міста, промисловість та ін. споживачів.

#### ***Електропостачання***

Забезпечення споживачів електроенергією здійснюється тепловими електростанціями (ТЕС), гідроелектростанціями (ГЕС).

Нині найбільш перспективною є атомна енергетика, частка якої постійно збільшується.

Головними споживачами електроенергії є міста – їх електроспоживання складає майже 80 % загального споживання електроенергії в країні. На комунально-побутові потреби у містах використовується близько 20 % витраченої електроенергії, решта припадає на промислові підприємства.

Споживання електроенергії на комунально-побутові потреби характеризується достатньо високими показниками. Електроспоживання для побутових потреб збільшилося головним чином за рахунок застосування енергоємних приладів: побутових кондиціонерів, гладильних і посудомийних машин, камер глибокого заморожування й ін. Згідно прогнозів, споживання електроенергії досягне у житлових будинках з кухонними електроплитами більше 2000 кВт·год./рік на одну квартиру.

Для споживачів, розташованих на території міста, передбачена система електропостачання як сукупність трансформаторних підстанцій і електричних мереж різної напруги.

Загальну систему електропостачання поділяють на дві частини. До першої відносять електричні мережі та знижуючі підстанції 35-110 кВ. Сукупність цих мереж називається *електропостачальними мережами*. Мережі електропостачання призначені для розподілу енергії між районами міста і для передачі електроенергії від електричних станцій до споживачів.

До другої частини системи електропостачання відносять мережі живлення 10 (6) кВ та мережі розподілу 10-0,38 кВ. Ця частина системи електропостачання призначена для розподілу енергії безпосередньо серед споживачів.

Електричні мережі *класифікують*:

- згідно виду струму;
- за величиною номінальної напруги;
- за конструктивним виконанням;
- за розташуванням;
- за конфігурацією;
- за ступенем резервованості;
- згідно виконуваних функцій;
- за видом споживачів;
- за призначенням.

### ***Освітлення міських територій***

*Освітлення міст* – одна з найважливіших задач сучасного інженерного благоустрою міських територій, що передбачає створення необхідної освітленості і яскравості за допомогою джерел світла, підібраних і встановлених на різних за своїм призначенням елементах міської території.

На міських вулицях і майданах освітлення забезпечує безпеку руху транспорту і пішоходів; освітлення територій мікрорайонів дозволяє у вечірній час користуватися тротуарами, пішохідними доріжками, проїздами, садами; освітлення міських парків, садів, бульварів і скверів допомагає не тільки створити елементарні зручності, але й сприятливі умови для вечірніх прогулянок у оточенні освітлених дерев, чагарників і квітів.

Важлива роль у художньо-естетичному і психологічному відношенні відводиться архітектурно-декоративному освітленню, створенню особливого обрису вечірнього міста. Значна увага приділяється освітленню найбільш цікавих з архітектурної точки зору ансамблів і домінант, які надають місту виразність.

Прилади і пристрої штучного освітлення наразі виступають як малі архітектурні форми міського благоустрою. У місті розрізняють такі види постійних освітлювальних установок:

- для вуличного освітлення (забезпечення освітленості, необхідної для безпеки руху транспорту, пішоходів);
- для архітектурно-художнього освітлення (створення світлової архітектури міста у вечірні години з виявленням найбільш цінних, з точки зору історичного та художнього аспектів, будівель, пам'ятників, водограїв і т. ін., а також цілих комплексів);

- для рекламного освітлення (інформація для населення про торгівельні, побутові і культурні новації, оформлення вітрин магазинів, кіосків і т. ін.);
- для світлових сигналів (показчики для транспорту і пішоходів напрямів руху, місць зупинок, стоянок, переходів і т. ін.).

Усі види установок працюють у взаємодії одна з одною. При цьому враховуються яскравість дорожніх покриттів вулиць, майданів і тротуарів, яскравість вітрин, світлових реклам і світильників, освітлених пам'ятників і водограїв, а також ступінь блиску, який виникає у полі зору людини.

Для підсилення художньо-світлового оформлення у святкові дні встановлюється тимчасове ілюмінаційне освітлення.

### ***Освітлення міських вулиць, майданів і тунелів***

Освітлення вулиць повинно бути рівномірним на усій їх протяжності. Вуличні ліхтарі встановлюють на спеціальних опорах (із сталі, чавуну, алюмінію, залізобетону). У деяких випадках для їх розташування використовують опори тролейбусної мережі. На перехрестях, проїздах і проходах доцільно застосовувати ліхтарі на тросових розтягах між будівлями, а на вузьких вулицях, у провулках їх слід кріпити безпосередньо до стін будівель.

Освітлення вулиць, доріг і майданів у містах здійснюється у відповідності з прийнятими нормами середньої яскравості удосконалених покриттів.

З метою забезпечення рівномірної яскравості покриття за норми середньої яскравості вище  $0,6 \text{ кд/м}^2$ , відношення максимальної яскравості покриття проїжджої частини вулиць, доріг і майданів до мінімальної не повинно перевищувати 3:1; за норми середньої яскравості  $0,6 \text{ кд/м}^2$  – бути нижче 5:1.

Середня горизонтальна освітленість проїжджої частини під шляхопроводами і мостами, за їх довжини до 40 м у темний час доби, приймається не менше 30 лк (люкс – одиниця освітленості, це освітленість поверхні площею  $1 \text{ м}^2$  світловим потоком 1 лм ( $\text{лм/м}^2$ ), за більшої довжини проїзду береться згідно норм освітлення тунелів. Відношення максимальної освітленості: вище 6 лк – не більше 3:1, від 4 до 6 лк – не більше 5:1, нижче 4 лк – не більше 10:1.

За середньої яскравості  $0,4 \text{ кд/м}^2$  і вище або середньої освітленості у 4 лк і вище у нічну годину передбачається відключен-

ня частини ліхтарів, але не більше половини, що зменшує рівень зовнішньої освітленості вулиць, доріг і майданів. При цьому не допускається відключення двох підряд розташованих ліхтарів.

Для освітлення міських територій застосовують різноманітні джерела світла. Найбільш розповсюджені: лампи розжарювання (ЛР); галогенні люмінесцентні лампи (з виправленим кольором) (ГЛН); металогалогенові лампи (МГЛ); дугові ртутні люмінесцентні лампи (з виправленим кольором) (ДРЛ); натрієві лампи високого тиску (НЛВТ); дугові ксенонові трубчасті лампи (ДКСТ).

Люмінесцентні лампи ГЛН і ДРЛ мають світлову віддачу, більш ніж удвічі більшу за світлову віддачу ламп розжарювання. Крім того, вони мають достатню кольоропередачу і дають більш рівномірне розподілення яскравості дорожнього покриття, особливо під час атмосферних опадів. Вибір джерела світла заснований на дотриманні вимог щодо економічності установки і вірної кольоропередачі.

Для зовнішнього освітлення широко застосовують різноманітні ліхтарі. Тротуари можуть освітлюватися ліхтарями, які призначені для освітлення проїжджої частини. Люмінесцентні лампи – білого кольору (типу ЛБ) або тепло-білі (ЛТБ).

Транспортні і пішохідні тунелі освітлюються газорозрядними джерелами світла, пішохідні тунелі – переважно люмінесцентними лампами.

У освітлювальних установках транспортних розв'язок і міських майданів можливе застосування високих опор (20 м і вище) за відповідного техніко-економічного обґрунтування. Параметри освітлювальних установок вибирають з врахуванням категорії і планування вулиць, архітектурних вимог, озеленення і т. ін.

### ***Освітлення території мікрорайонів***

Території мікрорайонів у вечірній і нічний час освітлюють з метою створення сприятливих умов для їх мешканців, які користуються тротуарами і пішохідними алеями. Одночасно з цим забезпечується безпека руху автомобілів внутрішніми проїздами. Для зручності орієнтації приїжджих передбачається достатнє освітлення номерів будинків.

У мікрорайонах освітлюються проїзди до груп будинків, шкіл, дитячих садків, а також пішохідні доріжки, алеї, які ведуть до установ культурно-побутового обслуговування, зупинок гро-

мадського транспорту і до виїздів з мікрорайонів. Для проїзду спеціального транспорту (сміттєвози, пожежні машини), які мають значні габарити, при розташуванні ліхтарів, особливо на поворотах, передбачають можливість їх проїзду.

Пішохідні доріжки і тротуари, розташовані безпосередньо уздовж фасадів, зазвичай освітлюються ліхтарями, встановленими біля входів. Вузькі проїзди, тротуари, розташовані біля будівель, допускається освітлювати ліхтарями, які встановлюються на стінах будинків, за умови зручного доступу до них.

Норми середньої горизонтальної освітленості території мікрорайонів прийняті такі:

- пішохідні алеї, дороги – 4 лк;
- внутрішні, службово-господарські і пожежні проїзди, тротуари-під'їзди, автостоянки, господарські майданчики для сміттєзбірників – 2 лк;
- прогулянкові доріжки – 1 лк.

У мікрорайонах для групових і фізкультурних майданчиків, майданчиків для рухливих ігор дитячих ясел-садочків, шкіл середня горизонтальна освітленість приймається 10 лк, для проїздів і проходів до будинків і майданчиків – 4 лк (табл. 11.2).

Ліхтарі у вигляді торшерів використовують для підсвічування зелені, води, доріжок, малих архітектурних форм. Мікрорайони і сади освітлюють ліхтарями вінчаючого типу, розташовуючи ліхтарі таким чином, щоб у темні години доби вони створювали оптимальне освітлення на усіх його основних елементах: майданчиках для відпочинку дорослих, для ігор дітей і для фізичних вправ. Для освітлення великих дворів, ігрових майданчиків або взимку ковзанок використовують ліхтарі, які розташовують на високих опорах.

Для освітлення східців, невеликих газонів, квітників, зелених насаджень, басейнів у мікрорайонах застосовують низько розташовані ліхтарі. Їх виконують у вигляді настільних ламп з рефлекторами, вони можуть мати форму грибів, кулі, циліндрів різної висоти і конфігурації. Такі ліхтарі виступають як малі архітектурні форми і прикрашають мікрорайони.

Можливості світла надзвичайно широкі; разом з рослинністю освітленість дозволяє створити ефект візуального розширення або обмеження масштабу довколишнього простору, що особ-

ливо важливо для благоустрою відносно невеликих внутрішньо-мікрорайонних територій.

Таблиця 11.2

**Середня горизонтальна освітленість на рівні покриття непроїзної частини вулиць, доріг і площ, бульварів і скверів, пішохідних вулиць і територій мікрорайонів міських поселень**

Освітлювані об'єкти	Середня горизонтальна освітленість, лк
Головні пішохідні вулиці та непроїзні частини площ категорій А і Б	10
Пішохідні вулиці: - у межах громадських центрів; - на інших територіях	6 4
Тротуари, відділені від проїжджої частини на вулицях категорій: А, Б, В	6;4; 2
Майданчики зупинок громадського транспорту на вулицях усіх категорій	10
Пішохідні містки	10
Пішохідні тунелі: - вдень; - увечері і вночі	100 50
Сходи пішохідних тунелів увечері і вночі	20
Пішохідні доріжки бульварів і скверів, що приликають до вулиць категорій А, Б, В	6; 4; 2
Території мікрорайонів.	
Проїзди: - основні - другорядні, у т. ч. тротуари-під'їзди	4 2
Господарські майданчики і майданчики при сміттєзбірниках	2
Дитячі майданчики у місцях розташування обладнання для рухомих ігор	10

Застосування спеціальних прийомів освітлення дозволяє створити живописні композиції і сприяє максимальному виявленню і сприйняттю окремих елементів благоустрою у вечірній час.

***Газопостачання***

У паливно-енергетичному забезпеченні міст продовжує зростати частка газу, як виду палива.

Джерелами газопостачання міст і промислових районів слугують родовища природного газу і газові заводи, на яких із твердих видів палива отримують штучні гази. Найбільш широке застосування отримав природний газ, який буває трьох видів:



- газ, який видобувають із газових родовищ;
- газ, який виділяється із свердловин нафтових родовищ разом з нафтою (так званий супутній);
- газ, який видобувають із конденсатних родовищ (суміш сухого газу і парів важких вуглеводнів).

Штучний газ отримують при термічній обробці твердих видів палива, головним чином кам'яного вугілля.

Для газозабезпечення міст найбільш вигідно застосовувати природний газ. Його перевага перед іншими видами палива полягає у дешевизні, у більшій теплоті згорання, високій транспортності (передача трубами на великі відстані).

Проекти газопостачання областей, районів, міст і селищ розробляють на основі схем і проектів районних планувань, генеральних планів міст, селищ і сільських населених пунктів з обов'язковим врахуванням їх розвитку на перспективу.

*Споживання газу* у містах поділяють на такі групи:

- побутове (для приготування їжі і гарячого водозабезпечення);
- комунально-побутове (споживання у будинках сфери обслуговування і громадських спорудах);
- на опалення і вентиляцію споруд;
- промислове.

*Системи газифікації* представляють собою комплекс магістральних газопроводів, підземних газосховищ і кільцевих газопроводів, які забезпечують надійне газопостачання районів. Система газопостачання великого міста – це мережі різного тиску у поєднанні з газосховищами і необхідними спорудами, які забезпечують транспортування і розподіл газу.

*Газопостачання міст* визначається витратами на промислові і житлово-комунальні потреби, причому останні постійно зростають. Проте газ, який подають у місто, направляється в основному на промислові підприємства (85 % природного газу використовується промисловістю, як паливо). Природний газ є ще й сировиною для хімічної промисловості – з виробництва мінеральних добрив, синтетичного каучуку, спирту, пластмас, ацетилену й ін. цінної продукції.

Існує така *класифікація міських газопроводів*:

- згідно виду транспортуемого газу – газопроводи природного і супутнього нафтового газу, скраплених вуглеводневих газів,

штучного газу, змішаного газу; для великих міст використовують головним чином природний газ, хоча у районах малоповерхової забудови може використовуватися і скраплений газ;

- згідно тиску газу – газопроводи низького, середнього, високого тиску (для забезпечення надійності газопостачання вони зазвичай влаштовуються кільцевими мережами і лише в окремих випадках – тупиковими);

- згідно місця розташування відносно поверхні землі – підземні (підводні), надземні (надводні);

- згідно розташування у системі планування міста – зовнішні (вуличні, внутрішньомікрорайонні) і внутрішні (внутрішньобудинкові, які транспортують газ усередині будинку до окремих приладів);

- згідно призначення у системі газопостачання – міські, магістральні, розподільчі (які подають газ від розподільчих мереж до окремих споживачів або до їх групам), вводи, ввідні газопроводи (введення у будівлю);

- згідно принципу побудови розподільчих газопроводів – за кільцьовані (кільцеві), тупикові, змішані;

- за матеріалом труб – металеві (сталеві), неметалеві (пластмасові, азбестоцементні, гумотканеві й ін.).

Кожне газифіковане місто має розгалужені газові мережі, які мають велику протяжність. Від місця добування або виготовлення до міста газ подається магістральними газопроводами. Початковим пунктом є головна компресорна станція (ГКС), а кінцевим пунктом магістральних мереж – газорозподільна станція (ГРС), яка розташовується на ввіді у місто. На трасі магістральних трубопроводів, окрім ГКС, встановлюють проміжні для підвищення тиску газу на відстані між ними – 130-150 км.

Від ГРС відходять міські газові мережі. Тиск газу на цих станціях зменшується до величини, необхідної для системи газопостачання міста. Після ГРС газ надходить у мережу високого тиску, яка за кільцьовується навколо міста, а від неї – до споживачів через газо-регуляторні пункти (ГРП).

*Газопостачання* будівель мікрорайону забезпечується розподільною мережею низького тиску (до 0,05 МПа). Від магістральної газової мережі середнього або високого тиску, яка проходить вулицею, робиться відгалуження у мікрорайон до ГРП, який

знижує тиск газу у мережі до низького. Газорозподільчі пункти, залежно від технічної доцільності, розташовують у окремо розташованих будівлях. Облаштування ГРП у підвальних і напівпідвальних приміщеннях будівель, у прибудовах до будівель шкіл, дитячих установ, лікарень, а також у прибудовах до житлових, глядацьких і адміністративних споруд не допускається. Окремо розташовані ГРП розміщують на ділянках зелених насаджень у житловому мікрорайоні, у садах, скверах. На території мікрорайону розташовується, як правило, один ГРП.

*Промислові газопроводи* складаються із відгалужень від розподільчих газопроводів, що включають ввід і регуляторну станцію на території промислового підприємства, а також міжцехових і внутрішньоцехових газопроводів. Розподільчі газопроводи відходять від ГРП або газових заводів, що забезпечують газопостачання міста до вводу, це – вуличні, внутрішньомікрорайонні, внутрішньоквартальні, дворові газопроводи.

Для газопроводів встановлено такий тиск газу: низький – до 0,05; середній – від 0,05 до 3; високий – від 3 до 12 МПа. Житлові, громадські будинки і комунально-побутові споживачі отримують газ низького тиску; промислові підприємства, теплелектроцентралі і котельні – газ середнього або високого тиску.

Незалежно від тиску газу газопроводи прокладають, як правило, під землею. Газопроводи, які транспортують осушений газ, допускається прокладати у зоні сезонного промерзання ґрунту, а газопроводи, які транспортують вологий газ, – нижче зони сезонного промерзання ґрунту з нахилом до конденсатозбірників не менше 0,002. Мінімально допустима глибина закладання газопроводів на вулицях з удосконаленими покриттями повинна складати не менше 0,8 м, на ділянках без удосконалених дорожніх покриттів – не менше 0,9 м від верху дорожнього покриття до верху труби. Цю величину допускається зменшувати до 0,6 м у місцях, де не передбачається рух транспорту. На трасі газопроводів, прокладених у місті, передбачається встановлення контрольно-вимірювальних пунктів на відстанях між ними не більше 200 м. Для будівництва газопроводів застосовують сталеві безшовні, зварні прямошовні і спіральнішовні труби, а також металеві труби (поліетиленові, вінілпластові і азбестоцементні). Для сталевих газопроводів передбачається захист від корозії.

У перспективі повна електрифікація промисловості і житлово-комунального господарства міст дозволить перейти до єдиного енергоносія – електроенергії, що замінить три види енергетичних мереж (електричних, теплових і газових) одним – електричними мережами.

### ***Теплопостачання***

Теплова енергія є одним з основних видів енергії, що споживає людство. Вона забезпечує роботу і розвиток промислового та сільськогосподарського виробництва, створює сприятливі умови для життя і діяльності людей.

*Теплопостачання міст* передбачає забезпечення теплом житлово-комунальних і промислових споживачів. Тепло витрачається на опалення будинків, гаряче водопостачання, вентиляцію і кондиціонування повітря (його підігрівання у системах вентиляції будівель), на технологічні потреби промислових підприємств. У місті на житлово-комунальні потреби витрачається до 40 % загального теплоспоживання. Споживання тепла у місті залежить від кліматичних умов, ступеня благоустрою, поверхів забудови, об'єму споруд. Наприклад, у зв'язку з холодним кліматом на більшій частині території України витрата палива на виробництво теплоти для опалення, гарячого водопостачання та нагріву повітря у житлових будівлях дуже велика – приблизно 30 % від усього видобутого твердого та газоподібного палива.

*Забезпечення теплом* систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря і гарячого водопостачання будівель являє собою сукупність трьох взаємопов'язаних процесів: підготовка теплоносія, його транспортування і використання теплового потенціалу теплоносія.

*Система теплозабезпечення* складається з трьох ланок: джерела тепла, систем теплопостачання з нагрівними приладами і теплової мережі та споживача.

Джерелами теплопостачання житлового та нежитлового громадського фонду і деяких невеликих приватних підприємств у містах і селищах є теплоелектроцентралі (ТЕЦ) та котельні.

*Система теплопостачання* – це комплекс пристроїв, що продукують теплову енергію і доставляють її у вигляді пари, гарячої води або підігрітого повітря споживачеві. Системи теплопостачання класифікують за такими основними ознаками:

- за радіусом дії,
- видом джерела тепла,
- видом теплоносія;
- кількістю теплопроводів.

*Згідно радіусу дії* системи постачання розрізняються за дальністю передачі тепла і кількістю споживачів. Вони можуть бути місцевими, центральними і централізованими.

До *місцевих* відносять системи теплопостачання, в яких усі три ланки поєднані і знаходяться у одному приміщенні, або в суміжних приміщеннях і застосовуються тільки у цивільних, невеликого об'єму будівлях або у невеликих допоміжних будівлях на промислових майданчиках, віддалених від основних виробничих корпусів. Прикладом таких систем є печі, газове або електричне опалення. У цих випадках отримання тепла і передача його повітрю приміщень поєднані у одному пристрої і розташовані в опалюваних приміщеннях.

*Центральною* називають систему забезпечення теплом однієї будівлі будь-якого об'єму від одного джерела тепла. Як правило, це система опалювання будівель, які отримують тепло від котла, встановленого у підвалі будинку або окремо розташованих котельнь.

*Централізованими* є такі системи, коли від одного джерела тепла – ТЕЦ або районної котельні тепло подають для багатьох будинків.

Згідно *виду джерела* теплопостачання житлового та нежитлового громадського фонду і деяких невеликих приватних підприємств у містах та селищах системи централізованого теплопостачання поділяють на системи районного теплопостачання і теплофікацію. При *районному теплопостачанні* джерелом тепла слугує районна котельня, при теплофікації – теплоелектроцентральною (ТЕЦ). Основними джерелами тепла для теплофікації міст є теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які виробляють як тепло, так і електроенергію. У перспективі для теплопостачання міст можливе широке застосування АТЕЦ на атомному паливі або атомних котельнь, які замінять паротурбінні ТЕЦ і котельні, що працюють на органічному паливі.

Елементами системи теплопостачання є: теплогенеруючий пристрій, теплоносії.

*Теплогенеруючий пристрій* – це сукупність пристроїв і механізмів для виробництва теплової енергії у вигляді водяної пари, гарячої води або підігрітого повітря.

*Теплоносій* – середовище, яке передає тепло (водяна пара, гаряча вода або підігріте повітря) від джерела до теплоспоживаючих приладів, систем опалення, вентиляції і систем гарячого водопостачання.

Пара подається до споживача паровими мережами, а від них конденсат надходить конденсаторпроводами у котельню для вторного пароутворення. Житлові і громадські будівлі отримують тепло водяними мережами, які складаються з двох труб. Однією трубою перегріта вода подається до споживача, а іншою – охолоджена вода повертається на ТЕЦ або у районну котельню.

У системах тепlopостачання, які застосовують у нашій країні для міст і житлових районів, як теплоносій використовується вода, нагріта до різних температур. Водяні системи тепlopостачання за способом приєднання систем гарячого водопостачання поділяють на дві групи: закриті і відкриті. У закритих системах тепlopостачання вода, яка циркулює у тепловій мережі, використовується тільки, як середовище, що гріє, тобто як теплоносій, але із мереж не розбирається. У відкритих системах вода, яка циркулює тепловими мережами, може частково або повністю розбиратися споживачами гарячого водопостачання.

*Котельні* – це комплекс пристроїв і агрегатів, призначених для одержання пари або гарячої води за рахунок спалювання палива або використання ін. джерел теплоти. Сучасна котельня складається з котельного агрегату і допоміжного обладнання, що служить для підготовки і подавання палива, води та повітря; видалення і очищення димових газів; видалення золи і шлаку (при спалюванні твердого палива) тощо.

Первинними джерелами енергії можуть бути: органічне паливо, теплові відходи промислових підприємств, біогазове паливо. Для тепlopостачання міст можуть бути використані й ін. види енергії, такі, як сонячна енергія, геотермальна енергія (тепло підземних вод). Наприклад, у Парижі, підприємства тепlopостачання для отримання тепла використовують: вугілля (25 %), мазут (24 %), спалювання відходів (22 %), газ (17 %), електричну енергію (5 %), геотермальні джерела (4 %). У ряді закордон-

них країн (США, Франція, Швеція й ін.) для опалення, гарячого водопостачання і кондиціонування повітря використовується електроенергія.

У більшості міст та населених пунктів для комунальних потреб, як правило використовують гарячу воду, – для її виробництва застосовують водогрійні котли, які переважно працюють на газу.

*Теплові мережі* за трасуванням поділяють на променеві і кільцеві.

*Променеві мережі* прості, економічні і зручні в експлуатації. Проте суттєвим їх недоліком, порівняно з кільцевими мережами, є небезпека ненадходження тепла до споживачів у випадку аварії у мережі. *Кільцеві мережі* більш надійно забезпечують теплом споживача. Схема теплової мережі визначається розташуванням ТЕЦ або районної котельні серед теплоспоживачів, характером теплового споживання і видом теплоносія, причому вона повинна забезпечувати надійність і економічність експлуатації за мінімальної протяжності мережі. Кільцювання мережі здорожує їх, але у крупних системах тепlopостачання значно підвищує надійність забезпечення, створює можливість резервування і підвищує їх ефективність. Кільцювання промислових теплових мереж інколи обов'язкове за технічними вимогами. Кільцювання може бути замінене дублюванням мереж, тобто прокладанням двох паралельних паропроводів або теплопроводів.

Для теплових мереж зазвичай застосовують сталеві труби з теплоізоляцією. Їх прокладають у непрохідних каналах – найбільш розповсюджений нині спосіб прокладання, у траншеях (безканальне прокладання) і у спільних колекторах разом з ін. комунікаціями.

Міські ТЕЦ і районні котельні розташовують поза селітебною територією, у промислових і комунально-складських зонах.

Нині у містах головним чином застосовується централізоване тепlopостачання, яке забезпечує високий рівень інженерного благоустрою. У першу чергу воно отримує розвиток у містах і районах з переважно багатоповерховою забудовою. У Києві, наприклад, централізоване тепlopостачання задовольняє більше 80 % теплових потреб усіх житлових будівель.

*Централізоване тепlopостачання* забезпечує мікрорайон теплом і гарячою водою. Від вуличних магістральних теплових

мереж з температурою води 150°C робиться ввід у мікрорайон до центрального теплового пункту (ЦТП), на якому за допомогою швидкісних бойлерів отримують гарячу воду ( $t = 70^\circ\text{C}$ ) для гарячого водопостачання. Кількість ЦТП залежить від житлової площі. Розташовуються вони у центрах теплових навантажень у самостійних, окремо розташованих будівлях.

Витрати тепла на опалення і вентиляцію залежать від норми житлової площі на одну людину. При збільшенні норми загальної площі на людину від 13,5 до 22,5 м<sup>2</sup> споживання тепла збільшується у 1,7 рази. Залежно від ступеня благоустрою будинків, витрати тепла на гаряче водопостачання можуть змінюватися у 1,5 рази.

Одним з недоліків систем гарячого водопостачання, під'єднаних до централізованого теплопостачання, є досить велика витрата гарячої води. У житлових будинках вона у 2-3 рази більша, ніж при використанні індивідуальних газових водонагрівачів.

Подальше розповсюдження систем централізованого теплопостачання є головним напрямком розвитку цієї галузі, оскільки воно дозволяє отримати значну економію палива (до 20-30 %). Застосування централізованого теплопостачання покращує навколишнє середовище, оскільки з його розвитком ліквідуються дрібні котельні. Наразі інтенсивно впроваджуються автономні системи опалення.

#### **11.4. Транспортне господарство**

*Транспортний комплекс* є важливою складовою економіки будь-якої країни, він має повністю та своєчасно задовольняти як загальнодержавні потреби, так і потреби населення у перевезеннях, поліпшувати господарські зв'язки між різними територіально-адміністративними одиницями країни.

##### ***Міський транспорт і міський рух***

Умови життя у місті залежать від того, наскільки ефективно налагоджене у ньому транспортне обслуговування. У житті сучасного міста велике значення мають пересування міського населення, а також перевезення вантажів, пов'язаних з роботою міських промислових і торговельних підприємств, і вантажів, які надходять на адресу окремих мешканців міста.

Пересування людей здійснюється різними способами:



- пішки;
- з використанням міського громадського маршрутизованого транспорту: метрополітену, трамвая, тролейбуса, автобуса й ін.;
- з використанням індивідуального транспорту.

*Пересування людей* у місті поділяють на два основних види: трудові – до місця роботи і назад, і культурно-побутові – у театри, концертні зали, бібліотеки, музеї, адміністративні і громадські установи, на стадіони, у парки й ін. місця відпочинку, в магазини тощо.

Коефіцієнт користування транспортом залежить від відстані між пунктами відправки і призначення, різниці у висотних відмітках початкового і кінцевого пунктів пересування, кліматичних умов, щільності транспортної мережі, швидкості сполучення при користуванні транспортом і витрати часу при пересуванні пішки та за допомогою транспорту.

Середній коефіцієнт користування транспортом для міст різної величини за різної їх планувальної структури і конфігурації міської території може коливатися у значних межах – від 0,5 до 0,8, причому менші значення характерні для невеликих міст з компактною формою планування міста, а більші значення – містам великим, особливо з розчленованою формою планування.

Середня кількість усіх переміщень (пішки і на транспорті) містом, яка припадає на одного мешканця за рік, визначає *загальну рухомість* населення. Середня кількість переміщень містом за допомогою транспорту, яка припадає на одного мешканця за рік, визначає *транспортну рухомість* населення.

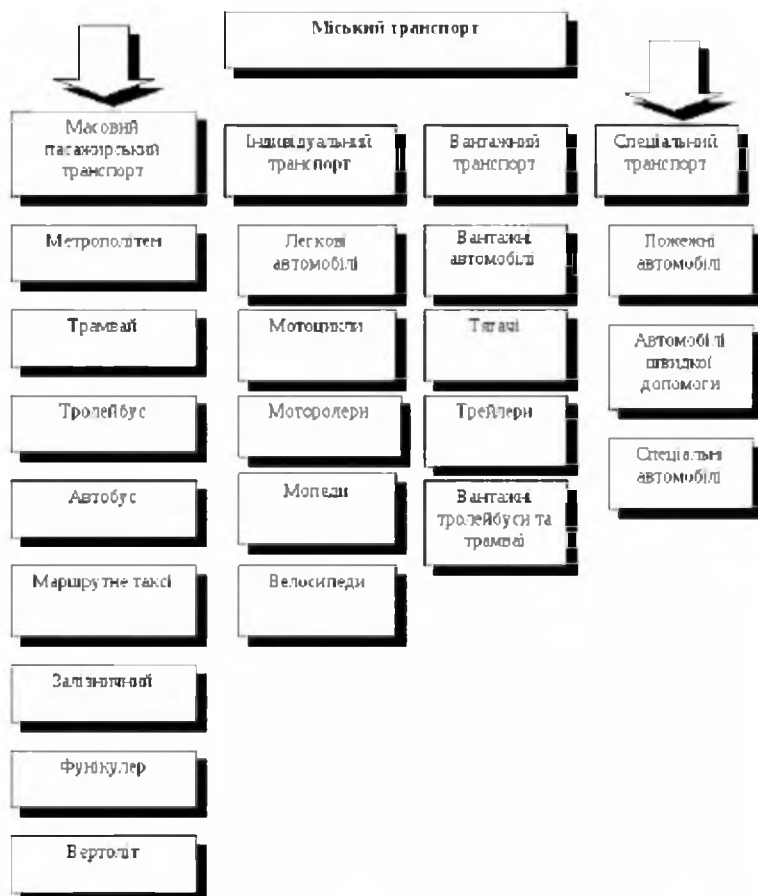
У сучасних містах організована ефективна система загальноміського транспорту.

*Транспортні одиниці* – це машини і автомобілі, які, залежно від призначення, поділяють на:

- пасажирський транспорт, який включає автомобілі, автобуси, трамваї, тролейбуси, метрополітен, електропоїзди, водний і монорельсовий наземний транспорт;
- транспорт, який використовується для вантажоперевезень; його поділяють на внутрішньоміський (вантажні автомобілі, спеціальні тролейбуси і трамваї) і регіональний – вантажні машини, потяги, літаки і вертольоти, водні судна;
- спеціальний транспорт – санітарно-технічні, аварійні і кому-

нальні автомобілі, машини швидкої медичної допомоги, пожежні тощо.

До міського транспорту належать автобуси, трамваї, тролейбуси, метрополітен, таксі. Класифікація сучасного міського пасажирського транспорту наведена на рис. 11.1.



*Рис. 11.1. Класифікація сучасного міського пасажирського транспорту*

Кожний з цих видів транспорту має свої позитивні й негативні характеристики за такими показниками:

- місткість (провізна спроможність);

- швидкість сполучення;
- експлуатаційна швидкість;
- маневреність;
- питомі капітальні вкладення;
- експлуатаційні витрати;
- площа, яку займає транспортний засіб на дорозі;
- екологічність та ін.

Перевагою *автобусів* є їх повна автономність, вони можуть рухатися за будь-яким маршрутом при нормальному шляховому покритті. Однак недоліками автобусного транспорту є забруднення повітря вихлопними газами.

*Електротранспорт* функціонує у багатьох містах України. Трамваї і тролейбуси отримують електроенергію від енергосистем, що обумовлює великий ККД цього виду транспорту. Функціонування міського електротранспорту супроводжується тільки підвищеним вторинним пилінням. Недоліком цього виду транспорту є неавтономність пересувного складу, що завжди пов'язана з системою електропостачання. Окрім того, трамвайні лінії є джерелом блукаючих струмів, котрі викликають корозію підземних металевих споруд.

Із сучасних видів міського громадського транспорту найбільш потужним за своєю перевізною здатністю і досконалим за своїми технічними показниками – швидкість сполучення, регулярність, надійність і безпека руху, є *метрополітен*. Його прокладають під землею – у тунелях і над землею – на естакадах. З точки зору санітарно-гігієнічних умов і загальної панорами міста, тунельний варіант має переваги: відсутність шуму, зтрушування, загромождження денної поверхні міської території.

Метрополітени споруджують у великих містах з населенням понад 1,0 млн. чоловік. Станції метрополітену розташовують у місцях утворення найбільш значних пасажиропотоків (залізничні вокзали, великі промислові підприємства, загальноміський і районні центри міста, стадіони, парки культури і відпочинку тощо). Відстань між станціями становить 600-800 м; при проходженні лінії метрополітену через слабозабудовану або зовсім не забудовану житлом територію ці відстані можуть бути збільшені до 1,5 км і більше.

Мережа міських ліній метрополітену, яка прокладається ц

межах міської території, в багатьох містах світу доповнюється «вилітними» лініями метрополітену, що сполучають місто з його найближчими (у радіусі 15-25 км) приміськими зонами.

У великих містах, населення яких згідно генерального плану їх розвитку не перевищуватиме у перспективі 1,0 млн. чоловік, як основний вид громадського транспорту може бути доцільним швидкісний трамвай з модернізованим малошумним рухомим складом, який рухається на покращених уособлених коліях.

У центральних районах міста, а також у завантажених транспортних вузлах, де трамвай заважає безрейковому громадському транспорту (тролейбус, автобус) і автомобільному руху, швидкісний трамвай прокладається у тунелі або на естакаді.

Монорейковий транспорт в Україні, як і в ін. країнах ще не отримав великого розповсюдження. У деяких містах застосовують особливі види транспорту: фунікулери, канатні підвісні дороги, рухомі тротуари і карвейери.

Фунікулери і канатні підвісні дороги властиві містам зі складним рельєфом міської території. Рухомі тротуари і карвейери з невеликими пасажирськими кабінами (4-6 місць), які рухаються разом зі стрічкою конвейєра, побудовані лише у небагатьох закордонних країнах. Швидкість руху карвейєра досягає 24 км/год. з уповільненням на станціях до 2,4 км/год.

У містах, які розташовані на суднохідних річках, на березі моря або озера, як міський пасажирський транспорт використовують катери і моторні човни. В Україні водний транспорт є сезонним, який діє лише у навігаційний період, а мережа природних водних шляхів є обмеженою. В силу цих властивостей роль водного транспорту у міських пасажирських перевезеннях незначна.

Зростаюче насичення міст автомобілями, особливо легковими, викликає надзвичайну перевантаженість вуличної мережі міста, падіння швидкості руху транспорту і погіршення умов безпеки вуличного руху, як для транспорту, так і для пішоходів.

У перспективі можна очікувати розвиток нових швидкісних видів позавуличного транспорту у таких технічних напрямках:

- колісна система монорейки з опорним елементом у вигляді сталевих коліс на сталевих зварних рейках або колесах з гумовими шинами, конструкційна швидкість руху 240-480 км/год.;
- колійна система з рухомим складом на повітряній подушці з

нагнітанням повітря компресом, конструкційна швидкість руху 240-480 км/год.;

- трубні системи: з атмосферним тиском – рухомий склад на колесах, роликах або на повітряній подушці пересувається закритою трасою або у підземній трубі, конструкційна швидкість руху 240-480 км/год.; у вакуумі – повітря з труби викачується, рухомий склад на колесах, роликах або на повітряній подушці рухається зі швидкістю 320-800 км/год.;

- комбінована система – спеціально обладнані автомобілі можуть рухатися звичайними вулицями і дорогами, а також автомагістралями з автоматичним електронним управлінням автомобілями, конструкційна швидкість руху цими автомагістралями очікується на рівні 125-240 км/год.

Велике значення для міст у майбутньому може мати розповсюдження електромобілів з легкими енергоємними акумуляторами, які здатні конкурувати зі звичайним автомобілем. Відсутність у електромобілів вихлопу шкідливих газів і менш шумний хід суттєво покращують санітарно-гігієнічний стан міст. Одночасно можливе поширення електробусів, що замінять менш маневрені тролейбуси.

### **11.5. Зелене господарство**

Важлива роль у формуванні екологічно сприятливого міського середовища належить зеленим насадженням. У містах України їх площа займає від 15-20 % до 50-60 % міської території.

*Міське зелене господарство* включає три галузі:

- зелене будівництво – створення нових зелених об'єктів, реконструкція і капітальний ремонт існуючих об'єктів;
- експлуатація, нагляд та утримання зелених насаджень, що є важливою частиною загальної системи благоустрою міста;
- вирощування посадкового матеріалу для озеленення міста.

*Озеленення міста* – це складна система заходів, яка спрямована на формування структури зелених насаджень міста, посадку дерев і квітників, догляд за хворими та аварійними деревами, забезпечення використання зелених насаджень міським населенням для рекреації і оздоровлення.

*Озеленені території* – це існуючі масиви посадок дерев і кущів, газонні поверхні, квітково-декоративне оздоблення, які

виконують санітарно-гігієнічну, містобудівну, функціональну і естетичну роль у процесі функціонування поселень. Міські озеленені площі являють собою посадки чотирьох типів: газони, що складають 70 % площі, відведеної під насадження; дерева займають близько 9 % площі; кущі – до 6 %; квіти – 1 %. На озелених площах розташовані садові форми і майданчики, які займають 14 % озеленої площі.

Озеленені території міста класифікують за двома ознаками: територіальною і функціональною. У свою чергу за територіальною ознакою зелені насадження поділяють на дві групи: внутрішньоміські і позаміські зелені насадження.

*Внутрішньоміські* зелені насадження складаються з об'єктів озеленення (дерев, кущів, квітів), розташованих у межах житлової та промислової забудови. Вони займають незначні штучно створені ділянки, які досить різноманітні. Це – парки культури і відпочинку, гідропарки, зоопарки, бульвари, сквери тощо.

Співвідношення забудови до внутрішньоміських зелених насаджень має становити не менше 50 %, а у великих промислових центрах, де спостерігається значне забруднення об'єктів навколишнього середовища – на 10-15 % вищим.

До *позаміської* групи відносять зелені насадження, які знаходяться поза житловими та промисловими забудовами міста, незалежно від того, входять вони у адміністративні межі міста чи ні, і формуються на основі використання рослинності, притаманної даній місцевості.

У сукупності внутрішньоміські та позаміські групи насаджень створюють *зелену зону міста*.

*Головні завдання* озеленення, як галузі міського господарства, полягають у вирішенні трьох головних завдань:

- охорона і консервація існуючих садів і парків;
- формування новостворених садово-паркових об'єктів;
- рекультивація девастованих ландшафтів.

Їх вирішення представлено чотирма напрямками: утилітарним, природоохоронним, архітектурно-ландшафтним і консерваторським.

*Утилітарний* напрямок – створення масових насаджень на колишніх неугіддях, девастованих землях, санітарно-захисних зонах підприємств тощо.

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

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

*Консерваторський* напрямок у середині ХХ ст. став особливо важливим, оскільки сади і парки минулих століть перебували у стані деструкції деревного пологую і зниження життєвості та стабільності усього рослинного матеріалу.

#### ***Принципи розташування зелених насаджень***

Розташування у плані міста різних категорій насаджень знаходиться у залежності від того, яку функцію виконують насадження тієї або ін. категорії, а також від природних умов і містобудівної ситуації. Як зазначалось, існують насадження загального користування, обмеженого користування і спеціального призначення. У одних випадках рослинність призначена для створення більш здорових умов відпочинку міського населення, в ін. – для захисту міста від сильних вітрів або житлових районів від викидів промислових підприємств, у третіх – для покращення мікрокліматичних умов, у четвертих – для оздоблення міських вулиць, майданів і кварталів. Часто рослинність на певній ділянці одночасно виконує низку функцій. Так, посадки на вулицях захищають пішоходів від пилу, перегрівання сонячними променями, шуму і, крім того, мають велике естетичне значення. Проте залежно, від місцевих умов, одне із цільових призначень насаджень є головним, а решта – додатковими.

Розташування насаджень спеціального призначення повністю залежить від їх цільового використання. Якщо, наприклад, мова йде про захисні зони при промислових підприємств, то розташування зон визначають положенням цих підприємств у плані міста і такими природними факторами, як рельєф і напрям превалюючих вітрів.

При улаштуванні насаджень обмеженого користування в пе-

ршу чергу враховують розташування установ, при яких створюються насадження, що визначається комплексом планувальних, економічних, екологічних та ін. умов. Так, за наявності у місті промисловості враховують розміри території, необхідної для даного підприємства, його потреби у залізничному транспорті, воді, енергії і т. ін.

Розташування у місті міських насаджень загального користування відповідає певним вимогам: насадження цих категорій рівномірно розподіляють у плані міста; кожний міський район у однаковій мірі забезпечується насадженнями, а відстань від житлової забудови до них не повинна утрудняти повсякденне користування ними. Нормами передбачаються такі відстані від житлової забудови до:

- міських парків – 2-3 км;
- районних парків – 1,5-2 км;
- садів житлових районів – 1-1,5 км;
- садів мікрорайонів – 0,3-0,5 км.

У відповідності з цими нормами відстаней від житлової забудови до зелених насаджень і згідно функціонального призначення їх різноманітних категорій при виборі ділянок для насаджень загального користування і спеціального призначення керуються такими основними положеннями:

- насадження загального користування усередині міста розташовують рівномірно по окремих районах пропорційно чисельності населення у кожному із них на такій відстані від житлової забудови, яка дозволяє усьому населенню щоденно користуватися ними за мінімальної витрати часу на пересування;
- насадження обмеженого користування усередині і поза містом розташовують у відповідності з місцезнаходженням установ, при яких вони улаштовуються;
- насадження спеціального призначення усередині і поза містом розташовують залежно від їх цільового призначення і місцевих умов: захисні зони – між промисловими підприємствами і житловими районами; вітрозахисні зони – зі сторони превалюючих вітрів; водоохоронні – навколо водойм; ґрунтозахисні – на схилах, які піддаються розмиванню і зсувам;
- лісопарки і зони масового відпочинку організують на територіях з особливо сприятливими природними умовами (висо-



коякісна рослинність, наявність водойм, пересічений рельєф) при можливості організації транспортного зв'язку з містом;

- міські насадження усіх категорій розташовують з максимальним використанням існуючої рослинності і водойм;
- міські насадження усіх категорій розташовують таким чином, щоб склалась єдина система, у якій зелені масиви усередині міста були б пов'язані між собою і з зовнішнім зеленим поясом озелененими магістралями;
- при вирішенні системи озеленення особливу увагу звертають на місцеві природні особливості; напрям панівних вітрів (з урахуванням рельєфу місцевості); розташування і характер існуючих водойм; ґрунтові характеристики різних міських територій; гідрогеологічні умови (РГВ, заболоченість, затоплення паводковими водами тощо).

Узагальнення і аналіз містобудівного досвіду у створенні систем насаджень міст дає змогу окреслити *принципову схему* насаджень великих і середніх міст. Місто включає декілька промислових і житлових районів. Промислові райони відокремлені від житлових районів міста спеціальними захисними зонами або озелененими магістралями. Житлові райони розділяються магістралями, уздовж яких створюються потужні зелені смуги і бульвари, які дотикаються до меж мікрорайонів. У центрах мікрорайонів розташовані мікрорайонні сади, а у межах певного радіуса доступності у житлових районах розташовані районні і дитячі парки. Центральний міський парк, центральний спортивний парк і ботанічний або зоологічний парк, тобто загальноміські масиви, розташовані на березі водойми приблизно у центрі відносно до житлового району. Внутрішньоміська система озеленення доповнюється лісопарковим поясом, у якому знаходяться зони масового відпочинку, санаторії, будинки відпочинку і дитячі табори. Така схема забезпечує доступ до насаджень усіх категорій, рівномірну насиченість районів міста насадженнями загального користування, належну ізоляцію магістралей і житлових районів від промисловості. Ця схема досить гнучка що дає можливість застосовувати її у різних планувальних ситуаціях.

#### ***Зелені насадження у житлових мікрорайонах і кварталах***

*Система озеленення* житлового району складається з таких елементів:

- районний парк;
- озеленення магістралей і вулиць загальноміського і районного значення (бульвари, захисні і декоративні посадки);
- озеленення громадського центра району (сквери і зелені ділянки окремих громадських установ);
- захисні зони, які відокремлюють житловий район від промисловості, залізниць, а також ін. житлових районів;
- озеленення берегів водойм, різного роду незручних земель (ярів, крутих схилів і т. ін.).

До складу *озеленої частини* мікрорайону і кварталу входять сад, насадження на ділянках біля окремих житлових будівель або групи будівель (у т. ч. озеленені відступи від меж мікрорайону перед окремими будівлями), захисні посадки на межі мікрорайону вздовж внутрішньомікрорайонних проїздів і навколо господарських та підсобних споруд. До системи озеленення мікрорайону входять також озеленені ділянки біля шкіл і дитячих садків-ясел, комплекс озелених спортивних майданчиків. Згідно норм проектування зелених насаджень міст України, передбачаються насадження на житлових територіях, залежно від розмірів міст, від 14,1 до 24,2 м<sup>2</sup> на одного мешканця – на першому етапі і від 23,4 до 34,1 м<sup>2</sup> – на перспективу. Нормативами передбачається площа насаджень на одного мешканця у житлових мікрорайонах при забудові у 6-8 поверхів – 10,5-9 м<sup>2</sup>, 9-12 поверхів – 8,5-8 м<sup>2</sup>, 16 поверхів – 7 м<sup>2</sup>.

При проектуванні озелених ділянок, вільних від забудови, використовують два прийоми. Сутність першого полягає у створенні біля кожного житлового будинку мікросаду. Другий прийом передбачає створення єдиного порівняно крупного зеленого масиву, що має значні переваги – створюються більш сприятливі мікрокліматичні умови.

Проектування насаджень мікрорайонів і кварталів має забезпечувати:

- зручний пішохідний зв'язок з усіма спорудами і майданчиками, які розташовуються на території, що озеленоється;
- можливість під'їзду до житлових будинків, дитячих установ і різного роду підсобних споруд (гаражі, магазини, сміттєзбірники і т. ін.);
- використання насаджень для розмежування різних за приз-

наченням майданчиків (спортивних, для відпочинку дорослих, для ігор дітей і т. ін.);

- надійну ізоляцію мікрорайону або кварталу в цілому та окремих його частин від шуму і пилу засобами озеленення;
- створення красивих композицій дерев, чагарників і квітників шляхом застосування вільного пейзажного планування;
- облаштування затінених і відкритих місць відпочинку.

### ***Насадження на міських вулицях***

Насадження на вулицях належать до категорії насаджень масового використання. Загальна середня норма площі насаджень на вулицях на одного мешканця становить 4,5 м<sup>2</sup>. Для міст різних категорій вона змінюється – у великих містах, де більше широких магістралей, цю норму збільшують до 5 м<sup>2</sup> на одного мешканця, у містах середнього розміру вона може бути зменшена до 4 м<sup>2</sup>, а у малих містах – до 3 м<sup>2</sup>.

У практиці вітчизняного та закордонного містобудування застосовують різні прийоми озеленення вулиць. Часто зустрічається озеленення, вирішене у вигляді посадок одного ряду дерев між проїжджою частиною і тротуаром. У окремих випадках рядкова посадка дерев доповнюється чагарниками.

До наступного типу озеленення вулиць належать посадки між тротуаром і проїжджою частиною двох і більше рядів дерев. Інколи на одній вулиці присутні обидва типи озеленення – два і більше рядів дерев з однієї сторони вулиці і однорядна посадка з ін. сторони.

Для кожної конкретної вулиці *вибір типу озеленення* визначається його призначенням і такими умовами: шириною вулиці; інтенсивністю руху транспорту і його видами; кількісними показниками пішохідного руху; поверховістю забудови; призначенням будівель, які знаходяться на даній вулиці (житлові, громадські, виробничі, адміністративні та ін.); системою озеленення району, до складу якого входить ця вулиця; напрямком вулиці відносно природного освітлення й ін. кліматичними і мікрокліматичними умовами. Розташування насаджень у плані вулиць і ступінь інтенсивності посадок встановлюють залежно від усього комплексу мікрокліматичних, планувальних і архітектурних умов для кожного окремого випадку. При виборі типу озеленення керуються такими положеннями:

- озелененню підлягають вулиці з найбільшою інтенсивністю руху пішоходів і транспорту, а також вулиці, які знаходяться поблизу промислових підприємств, що викидають у атмосферне повітря дим, пил та ін. забруднення;

- у містах південних широт особливу увагу приділяють затіненню найбільш опромінюваних тротуарів і фасадів будинків;

- на вулицях з інтенсивним рухом автомобільного транспорту, а також на вулицях міст, де часто панують сильні вітри, які піднімають велику кількість пилу, застосовують щільні посадки між проїжджою частиною і тротуаром;

- використання асиметричних за висотою і розташуванням у плані вулиці посадок можливе, якщо це не суперечить архітектурному вирішенню;

- за недостатньої ширини вулиці з інтенсивним рухом транспорту перевага надається посадкам між проїздом і тротуаром, а на вулицях з незначним рухом транспорту – посадкам уздовж фасадів, якщо це необхідно за умовами інсоляції;

- на перехрестях і поворотах вулиць посадки не повинні перешкоджати огляду дороги і транспорту, що рухається, пішоходам і водіям автомобілів, тролейбусів трамваїв;

- за недостатньої ширини вулиць посадки одного ряду можна чергувати невисокими (для захисту тротуару) і високими (для захисту фасадів будівель) деревами;

- інтервали між деревами мають забезпечувати провітрювання для уникнення застою нагрітого повітря під кронами дерев;

- рядкова посадка дерев здійснюється у смузі відкритого ґрунту відповідної ширини; посадка у габариті тротуару допускається лише у виключних випадках за дуже інтенсивного пішохідного руху на вулицях недостатньої ширини;

- опори для ліхтарів зовнішнього освітлення, щогли для проводів трамвая і тролейбуса розташовують у смузі, яка відведена для посадки чагарників;

- на вулицях у рядкових посадках уздовж тротуарів не слід саджати породи дерев з поверховою і дуже розгалуженою кореневою системою (для уникнення пошкодження покриття тротуарів);

- на вулицях міст середніх та північних широт у смугах насаджень передбачають інтервали для тимчасового розташування снігу, який прибрано з проїжджої частини;

- у містах південних широт рекомендується висаджувати на вулицях дерева віком від 7 років, у містах середніх і північних широт – від 12 років а чагарники – віком не менше 4-5 років.

### ***Насадження на територіях промислових підприємств і санітарно-захисних зон***

Створення насаджень на промисловій території є одним з основних заходів щодо їх благоустрою і покращення умов праці робітників та службовців промислових підприємств.

Цільове призначення робіт з озеленення і благоустрою території промислових підприємств полягає у наступному:

- захист робітників і службовців даного підприємства, а також міського населення, яке проживає довкола нього, від газів і аерозолів (пилогазових сумішей);
- захист від несприятливих у санітарно-гігієнічному відношенні кліматичних явищ – вітрів, високих температур, недостатньої вологості повітря, шляхом створення затінених зеленню пішохідних доріг, фонтанів для підвищення вологості повітря на території, вітрозахисних зон);
- створення на території підприємства обладнаних місць відпочинку для робітників і службовців;
- архітектурне і декоративне оформлення підприємства в цілому, його окремих будівель і споруд, а також прилеглої до підприємства території.

Архітектурно-планувальне і декоративне вирішення підприємства може включати організацію майданчиків перед ним, його огороження, створення озелених і замошених підходів і під'їздів до території, облаштування квітників, фонтанів, встановлення скульптур, ваз, освітлення території, фарбування будівель.

У комплексі робіт з благоустрою території промислових підприємств озеленення займає дуже важливе місце, оскільки воно сприятливо впливає на психіку людини.

Для захисних зон важливо вибрати асортимент рослин у відповідності з кліматичними і ґрунтовими умовами району і характером забруднень повітря викидами підприємства. Планувальна структура захисної зони може бути різною, залежно від її розміру, конфігурації, рельєфу території, напряму і сили вітрів та ін. факторів. Важливе екологічне і рекреаційне значення мають зелені пояси навколо міст.



### **Контрольні питання**

1. Які об'єкти входять до складу міського господарства?
2. У чому полягає роль житлово-комунального господарства?
3. Охарактеризуйте основні складові житлово-комунального господарства.
4. Зазначте основні функції санітарно-технічних комунальних підприємств.
5. Зазначте функції паливно-енергетичного господарства міст.
6. Як здійснюється забезпечення споживачів електроенергією?
7. Зазначте складові системи газифікації населених пунктів.
8. Забезпечення яких потреб передбачає тепlopостачання?
9. У чому полягає роль транспортного господарства в процесі урбанізації?
10. Охарактеризуйте види міського транспорту з екологічних позицій.
11. Яка роль зеленого господарства міст?
12. Розкрийте основні принципи розташування зелених насаджень.



### **Література**

1. Господарський Кодекс України [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/436-15>.
2. ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.stroynote.com.ua/construction-regulations/document-383.html>.
3. Державні санітарні норми та правила утримання територій населених місць [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0457-11>
4. Порядок проведення ремонту та утримання об'єктів благоустрою населених пунктів [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0189-04>.
5. Бабаєв В. М. Управління міським господарством : теоретичні та прикладні аспекти / В. М. Бабаєв. – Х. : Вид-во ХарPI НАДУ «Магістр», 2004. – 204 с.

6. Безлюбченко О. С. Планування міст і транспорт / навч. посіб. / О. С. Безлюбченко, С. М. Гордієнко, О. В. Завальний. – Х. : ХНАМГ, 2008. – 156 с.
  7. Економіка міського господарства : навч. посіб. / за ред. Т.П. Юр'євої. – Х. : ХДАМГ, 1997. – 672 с.
  8. Кучерявий В.П. Озеленення населених місць : підруч. / В. П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2005. – 456 с.
- 

Таким чином, місто за своєю структурою є багатогранним соціальним організмом з одного боку, і складним економіко-географічним, архітектурним, інженерно-будівельним і культурним комплексом – з іншого. Водночас місто, яке динамічно розвивається, є складною комплексною екосистемою, що завдяки своїм функціональним зв'язкам входить до загальнопланетарної екосистеми, впливаючи на її стан і якість.

Гармонійний і збалансований розвиток, як власне міста, так і довколишнього природного середовища, можливий лише за умови кваліфікованого і виваженого підходу до вирішення численних питань, пов'язаних з теорією і практикою організації і управління містом, регулюванням соціально-економічного розвитку екосистеми міста для збереження і відтворення природних компонентів і здоров'я людини.

### ***Климчих Ольга Миколаївна***

*доцент, кандидат сільськогосподарських наук*



У 1986 р. закінчила Український інститут інженерів водного господарства.

Працювала на підприємствах і установах у галузі водного господарства та екологічної статистики.

У ЖНАЕУ працює з 2004 р., доцент кафедри екологічної безпеки та економіки природокористування.

Автор понад 120 наукових праць, у т. ч. монографій і навчальних посібників з грифом Міністерства АПК.

Наукові інтереси: проблеми використання, охорони і управління водними ресурсами регіону; соціально-екологічні аспекти міських систем.

### ***Багмет Анатолій Петрович***

*полковник у відставці, доцент, кандидат військових наук*



У 1964 р. закінчив Житомирське військово-училище, у 1977 р. – ВКА ППО. З 1980 по 1993 рр. – викладач, заступник начальника кафедри, начальник кафедри, з 1995 по 2008 рр. – доцент кафедри ЖВІ.

У ЖНАЕУ працював з 1995 по 2016 рр. на посаді доцента екологічного факультету.

Автор понад 130 наукових праць, у т. ч. з навігаційного забезпечення ЗСУ, екологічного картографування, моделювання екологічних систем, інформаційних та ГІС-технологій.

Наукові інтереси: топогеодезичне та навігаційне забезпечення, моделювання складних систем, інформаційні та ГІС-технології.



### ***Данкевич Євген Михайлович***

*директор Науково-інноваційного інституту екології та лісу,  
декан факультету екології і права, доктор економічних наук,  
заслужений працівник сільського господарства України*



У 1980 р. закінчив Житомирський сільсько-господарський інститут.

Працював у галузі АПК Житомирської області та облдержадміністрації.

У ЖНАЕУ працює з 2015 р., професор кафедри екологічної безпеки та економіки природокористування.

Автор понад 110 наукових праць, підручників, навчальних посібників та методичних рекомендацій з проблем екологізації землеробства, розвитку міжгалузевої інтеграції в аграрному секторі економіки.

Наукові інтереси: екологізація сільськогосподарського виробництва, сучасний стан та перспективи запровадження органічного виробництва.

### ***Матковська Світлана Іванівна***

*доцент, кандидат сільськогосподарських наук*



У 2002 р. закінчила Житомирський національний агроекологічний університет, у 2003 р. – Національний аграрний університет.

Працювала науковим співробітником Поліського філіалу УкрНДЛГА, старшим викладачем НУБіП України.

У ЖНАЕУ працює з 2014 р., доцент кафедри екологічної безпеки та економіки природокористування.

Автор понад 50 наукових праць, у т. ч. монографії та двох навчальних посібників.

Наукові інтереси: озеленення, стійкість природних систем та екологічна безпека в урбокомплексах.

Навчальне видання

**Климчик Ольга Миколаївна  
Багмет Анатолій Петрович  
Данкевич Євген Михайлович  
Матковська Світлана Іванівна**

**Екологія міських систем  
Частина 1  
Природно-техногенні комплекси**

**Навчальний посібник**

*Редактор Климчик О. М.*

*Дизайн обкладинки Шилінська Олена Петрівна*

Надруковано з оригінал-макета авторів

Підписано до друку 5.11.16. Формат 60x84/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman. Друк різнографічний.  
Ум. друк. арк. 26,73. Наклад 300. Зам. № 216.

---

Видавець О.О. Євенок

м. Житомир, вул. М. Бердичівська, 17-а

тел. (0412) 422-106

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстрацію видавців, виготівників  
і розповсюджувачів видавничої продукції України  
серія ДК № 3544 від 05.08.2009 р.*

Віддруковано ФОТ О.О. Євенок

м. Житомир, вул. М. Бердичівська, 17-а

тел. (0412) 422-106, e-mail: zt\_druk@i.ua

