

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

І. Ю. Аблєєва

ЕКОЛОГІЯ МІСЬКИХ СИСТЕМ

Конспект лекцій

Суми
Сумський державний університет
2020

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

ЕКОЛОГІЯ МІСЬКИХ СИСТЕМ

Конспект лекцій
для студентів спеціальностей
183 «Технології захисту навколишнього середовища»
та 101 «Екологія»
усіх форм навчання

Затверджено на засіданні
кафедри прикладної екології
як конспект лекцій із дисципліни
«Екологія міських систем».
Протокол № 6 від 28.01.2020 р.

Суми
Сумський державний університет
2020

Екологія міських систем : конспект лекцій / укладач
І. Ю. Аблєєва. – Суми : Сумський державний університет, 2020. –
178 с.

Кафедра прикладної екології

Зміст

	С.
Вступ	6
Тема 1 Міське середовище проживання людини: загальна характеристика, критерії якості. Стійкість середовища життя	7
1.1 Поняття міської системи	7
1.2 Проєктування та класифікація міст	10
1.3 Природні та штучно створені елементи міста як цілісної системи	13
1.4 Ресурсоспоживання міста	15
1.5 Містобудування та захист довкілля	17
Тема 2 Районне планування та зонування населених пунктів ...	21
2.1 Еколого-гігієнічний вплив природних умов на вибір території для будівництва міст.....	21
2.2 Планувальна структура сучасного міста	25
2.3 Основні функціональні зони міської території.....	29
2.4 Селітебна зона.....	30
2.5 Промислова зона.....	32
2.6 Санітарно-захисна зона.....	35
2.7 Комунально-складська зона.....	39
2.8 Зона зовнішнього транспорту.....	40
2.9 Ландшафтно-рекреаційна та приміська зони.....	43
Тема 3 Повітряне середовище міста	46
3.1 Характеристика речовин, що забруднюють атмосферу.....	46
3.2 Мікроклімат міського середовища.....	48
3.3 Фізичне забруднення атмосфери.....	51
3.4 Хімічне забруднення атмосфери	53
3.5 Біологічне забруднення атмосфери	56

3.6 Заходи захисту повітряного басейну міста	56
3.7 Регулювання викидів парникових газів від автотранспорту.....	62
Тема 4 Водне середовище міста	65
4.1 Водні об'єкти міст та їх використання	65
4.2 Централізоване та децентралізоване водопостачання	67
4.3 Джерела впливу на водні об'єкти	70
4.4 Система водовідведення	73
4.5 Загальноміські очисні споруди.....	77
4.6 Поверхнєве стікання з міської території та території промислових підприємств	81
4.7 Формування якості води водних об'єктів	83
4.8 Технології захисту водних об'єктів	87
Тема 5 Геологічне середовище міста.....	90
5.1 Антропогенний вплив та забруднення ґрунтового покриття міст	90
5.2 Небезпечні геологічні процеси та захист від них.....	95
5.3 Інженерний благоустрій міських територій.....	100
5.4 Підземний простір міст	104
Тема 6 Експлуатаційні системи міського господарства	106
6.1 Система громадських центрів, установ і підприємств обслуговування	106
6.2 Забудова й благоустрій житлових кварталів.....	109
6.3 Вулично-дорожня мережа.....	115
6.4 Класифікація міських вулиць і доріг	119
6.5 Транспортні вузли. Дорожньо-транспортні споруди	121
6.6 Транспортна класифікація міст та класифікація міського транспорту	125

6.7 Озеленення міст та створення рекреаційних зон.....	132
Тема 7 Організаційно-технологічні системи міського господарства.....	138
7.1 Системи забезпечення ресурсами життєдіяльності.....	138
7.2 Властивості твердих побутових відходів	144
7.3 Збирання та утилізація твердих побутових відходів.....	148
7.4 Прибирання міських територій	151
7.5 Полігони твердих побутових відходів.....	153
Тема 8 Сталий розвиток міст і зелене будівництво.....	156
8.1 Системи зовнішнього освітлення.....	156
8.2 Принципи і напрями екологічно стійкого розвитку міста	159
8.3 Модель екологічного міста. «Розумні сталі» міста.	160
8.4 Глобальні цілі сталого розвитку в контексті екології міських систем	165
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....	169
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	176

Вступ

Вивчення дисципліни передбачає формування у студентів цілісних (системних) знань щодо принципів екологічно безпечного функціонування міських систем, організаційних, нормативно-правових і природоохоронних рішень для забезпечення сталого розвитку міських систем. Формування у студентів навичок і вмінь, які необхідні для вирішення задач збалансованої взаємодії природного, соціального та техногенного середовища міста, користування законодавчими й нормативними актами.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів системи теоретичних знань і сучасного конструктивного мислення у сфері екологічного стану міста, забезпечення екологічної рівноваги, сталого екологічного та комплексного розвитку інженерно-технічної інфраструктури міст, створення сприятливого довкілля з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності.

У результаті вивчення дисципліни студенти одержують такі програмні результати навчання:

- визначати ділянки функціональних зон і планувальної структури території міста з урахуванням сучасної містобудівної документації;
- оцінювати ефективність роботи систем міського господарства та санітарного благоустрою міських систем з урахуванням вимог екологічної безпеки;
- обирати інженерні методи захисту довкілля на території міських систем, зокрема повітряного, водного та геологічного середовища;
- здійснювати пошук новітніх техніко-технологічних й організаційних рішень, спрямованих на охорону повітряного басейну, водного та геологічного середовища міських систем;
- обґрунтовувати природозахисні технології, ґрунтуючись на розумінні механізмів впливу людини на довкілля міських систем.

Тема 1 Міське середовище проживання людини: загальна характеристика, критерії якості. Стійкість середовища життя

- 1.1 Поняття міської системи.
- 1.2 Проектування та класифікація міст.
- 1.3 Природні та штучно створені елементи міста як цілісної системи.
- 1.4 Ресурсоспоживання міста.
- 1.5 Містобудування та захист довкілля.

1.1 Поняття міської системи

Місто – це унікальне поєднання місця і людей, які населяють його, тому урбосистема характеризується такими показниками: висока густота популяції; виробничий комплекс; інфраструктура й специфічне природне середовище; штучне й соціально-культурне середовище проживання. Урбоекосистема є зв'язком урбосистеми з біосферою, що наглядно показано на рисунку 1.1.

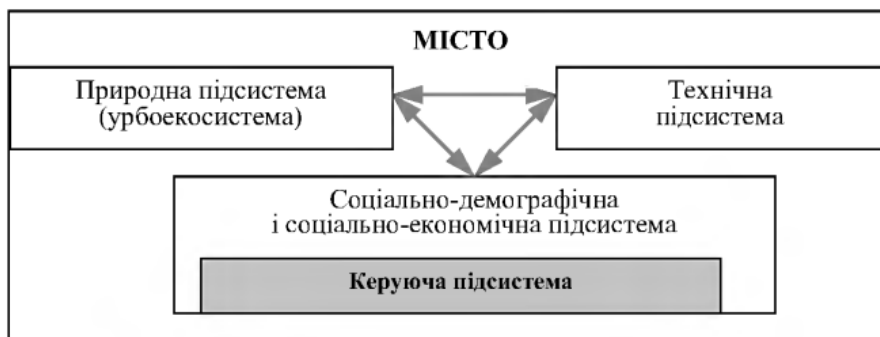


Рисунок 1.1 – Місто як урбогеосоціосистема

Стан і стійкість урбоекосистем, включаючи її здатність до самоочищення, залежить від розмірів міської території та її особливостей: характеру ландшафту та міської забудови,

наявності відкритих просторів, водоймищ, зелених насаджень, кліматичних умов, кількості забруднень.

Основні ознаки сучасного міста:

- забудована частина території переважає над незабудованою;
- видозмінене природне покриття переважає над незмінним;
- наявність або переважання багатоповерхової забудови;
- наявність промислових підприємств і сфери послуг для виробництва;
- розвинена система громадського транспорту, наземних і підземних комунікацій (трубопроводи, кабельна мережа, колектори);
- розвинена торговельна мережа, у середньому продуктові мережі становлять 47 % від усіх торговельних мереж, мережа побутової техніки – 32 %, меблеві магазини – 15 %, мережа змішаного типу й будівельних матеріалів – по 3 %;
- високий рівень забрудненості довкілля;
- швидке поширення інфекції за високої густоти населення;
- наявність рекреаційних територій загального користування: природні комплекси та їх компоненти, культурно-історичні пам'ятки, економічний потенціал території;
- висока щільність установ освіти, охорони здоров'я та культури;
- наявність культових споруд однієї або кількох конфесій;
- наявність однієї чи декількох місцевих газет;
- наявність приміської зони, тобто перехідної зони між містом і сільськогосподарським виробництвом.

Фактори, що безпосередньо викликають створення нового населеного місця або розвиток існуючого міста чи поселення, називаються **містоутворювальними**. Відповідно до цього містоутворювальними є такі підприємства і заклади, значення яких виходить за межі цього населеного пункту і які є безпосередньою причиною виникнення нового або розвитку існуючого населеного пункту.

Отже, до містоутворювальних факторів належать:

а) промислові підприємства, продукція яких поширюється не лише в цьому населеному місці, а й за його межами (наприклад, фабрики і заводи державного значення);

б) пристрої зовнішнього транспорту: залізничного, водного, повітряного, автодорожного (залізничні станції й вузли, морські й річкові порти, аеропорти, автовокзали і автостанції тощо);

в) адміністративно-політичні, громадські та культурно-просвітницькі заклади, значення яких виходить за межі цього населеного пункту;

г) заклади вищої освіти та науково-дослідні установи;

д) будівельні організації, що здійснюють нове будівництво у цьому населеному пункті (але не ремонтні організації, пов'язані з експлуатацією існуючих будівель і споруд);

е) лікувальні й оздоровчі установи (санаторії, будинки відпочинку, туристичні бази тощо), значення яких виходить за межі цього населеного пункту.

Крім містоутворювальної групи підприємств і закладів у кожному місті є заклади, організації і підприємства, призначенням яких є обслуговування населення цього населеного пункту. Вони не належать до містоутворювальних факторів, а складають особливу групу обслуговуючих закладів і підприємств, що є не причиною, а наслідком виникнення і розвитку населеного пункту.

До **обслуговуючої групи підприємств і закладів** належать:

а) міські адміністративні, партійні та громадські заклади та організації;

б) культурно-просвітницькі заклади місцевого значення;

в) міські лікувальні й оздоровчі заклади;

г) господарсько-побутові майстерні, підприємства та заклади місцевого значення;

д) міські комунальні заклади і підприємства.

Все населення міста поділяється на три групи:

1) містоутворювальна;

2) обслуговуюча;

3) не працюючі на підприємствах і в закладах у зв'язку з віком або станом здоров'я: діти дошкільного й шкільного віку, люди похилого віку, інваліди (часто ця група називається несамодіяльною).

Працівники, які зайняті на підприємствах і в закладах містоутворювального значення, складають містоутворюючу групу міського населення. Працівники, які зайняті на підприємствах і в обслуговуючих закладах, складають обслуговуючу групу населення.

1.2 Проектування та класифікація міст

Під час проектування міста для прийняття планувальних нормативів необхідно передусім визначити розрахункову кількість його населення. Розрахунок кількості населення можна виконувати з використанням методу трудового балансу, в основі якого лежить принцип обов'язкової участі всього працездатного населення в громадсько-корисній праці. Міста проєктуються на віддалену перспективу (25–30 років).

Перспективи розвитку міст визначаються відповідно до існуючих проєктів районного планування з урахуванням територіальних ресурсів, які можуть бути використані для розвитку існуючого або для спорудження нового міста, а також природних умов. Генеральні плани міст повинні розроблятися комплексно з проєктами планування їхніх приміських зон, а для значних міст, навкруги яких утворилася агломерація, з генеральним планом міста розробляється і проєкт планування всієї агломерації.

Генеральний план населеного пункту – містобудівна документація, що визначає принципові вирішення розвитку, планування, забудови та іншого використання території населеного пункту.

Детальний план розробляється з метою визначення планувальної організації і функціонального призначення, просторової композиції та параметрів забудови та ландшафтної

організації кварталу, мікрорайону, іншої частини території населеного пункту, призначених для комплексної забудови чи реконструкції.

Розрахункова кількість населення визначається за питомою вагою містоутворювальної групи в загальній кількості населення міста. Ця питома вага береться залежно від величини міста: чим більше ніж місто, тим менша питома вага береться для його містоутворювальної групи населення, оскільки зі зростанням міста збільшується питома вага обслуговувальної групи. Питома вага обслуговувальної групи населення для значних міст береться на перспективу в межах 23–26 %; для середніх і малих міст і селищ – 19–22 %. Розрахунок загальної кількості населення міста виконується за допомогою формули

$$N = \frac{100 \cdot A}{a}, \quad (1.1)$$

де N – проєктна (розрахункова) кількість населення;

A – абсолютна кількість населення містоутворювальної групи;

a – питома частка містоутворювальної групи населення, %.

Одержана, таким чином, загальна кількість населення заокруглюється: для великих міст – до 5–10 тис. осіб, а для малих населених пунктів – до 500–1 000 осіб.

Класифікація міст за містобудівними ознаками ґрунтується на таких основних принципах:

- кількість населення;
- адміністративно-політичне значення міста (республіканський, обласний, районний центр);
- народногосподарське значення міста (промисловий центр, транспортний вузол, порт, курорт);
- місцеві, природні та історичні особливості.

Найбільш визначальною і узагальнювальною ознакою є кількість населення. Решта ознак, хоча й істотно впливають на вирішення містобудівних задач, але не можуть бути єдиною, вирішальною ознакою, за якою міста поділяють на ту чи іншу

категорію. Так, наприклад, місто може бути адміністративним центром (обласним, районним) і одночасно промисловим. Портові міста майже завжди бувають промисловими, а в деяких випадках і адміністративними центрами.

Класифікація міст відрізняється для різних держав (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Критерії кількості населення для виділення міст у різних країнах світу

Країна	Мінімальна кількість населення для міста, осіб	Додаткові критерії
1	2	3
Данія	250	
Ісландія	300	
Канада, Шотландія, Малайзія	1 000	
Ірландія	1 500	
Аргентина, Португалія, Франція, Німеччина, Чехія	2 000	
США, Таїланд	2 500	
Південна Корея	4 000	
Індія, Туреччина, Грузія, Туркменістан	5 000	Менше ніж 25 % населення міста в Грузії і 33 % в Туркменістані зайняті в сільському господарстві
Україна, Молдова, Греція, Іспанія	10 000	Менше ніж 50 % населення міста в Україні та Молдові зайняті в сільському господарстві

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Російська Федерація	12 000	Менше ніж ніж 15 % населення міста зайняті в сільському господарстві
Ізраїль, Болівія, Бразилія, Коста-Рика, Еквадор, Гондурас, Нікарагуа	Кількісний критерій не застосовується	Містом вважається центр несільськогосподарського виробництва та послуг
Англія й Уельс, Болгарія, Норвегія, Польща, Румунія, Угорщина, Фінляндія, Швеція, Нова Зеландія, Японія, Парагвай	Статус міста визначається законодавчо	У Фінляндії менше ніж 50 % населення міста зайняті в сільському господарстві

В Україні є такі категорії міст за кількістю населення:

- до 50 тис. осіб – малі;
- від 50 тис. до 100 тис. осіб – середні;
- від 100 тис. до 250 тис. осіб – великі;
- від 250 тис. до 500 тис. осіб – крупні;
- від 500 тис. до 1 млн осіб – найбільші;
- понад 1 млн осіб – найзначніші.

1.3 Природні та штучно створені елементи міста як цілісної системи

Навколишнє середовище міста – специфічне середовище проживання людини. Термін «навколишнє середовище» прийнято застосовувати лише у відношенні до людини або

людського суспільства. Стосовно інших організмів використовується поняття «зовнішнє середовище» або «середовище існування».

Навколишнє середовище міста (синоніми – міське середовище, урбанізоване середовище) – це частина географічної оболонки, обмежена територією, зайнятою містом, його передмістями і пов'язаними з ним інженерними та транспортними спорудами. Воно включає також природні та штучні компоненти, а також людей.

Природні компоненти – це фізичне середовище проживання (повітря, вода, літосфера) відмінних від людини живих організмів (біо-, фіто- та мікроорганізми).

Природне середовище міської системи утворене повітряним, водним і геологічним середовищем.

Штучні компоненти – це фізичні або духовні об'єкти, тобто предмети, засоби і результати діяльності людини.

Соціально-психологічне середовище проживання – це люди, об'єднані у статевовікові, психологічні, професійні та етнокультурні групи. Це також компонент міського середовища. Отже, міське середовище поділяється на абіотичне (фізичне), біотичне, штучно-технічне, духовно-культурне, соціально-психологічне.

Місто формується, функціонує та змінюється під впливом техногенних і соціальних факторів. До техногенних факторів належать: архітектурно-планувальні рішення, промислове виробництво, транспортні потоки та інші види господарської діяльності. До соціальних чинників – управління міським комплексом через органи влади та засоби масової інформації тощо

З метою організації сталого розвитку міської системи як урбогеосоціосистеми функціонує міське господарство, яке класифікують на такі системи:

- 1) Експлуатаційні системи:
 - житлове господарство;
 - дорожнє господарство;
 - зелене господарство;

2) Технологічні системи:

- водопостачання, каналізація;
- електро- і газопостачання;
- зовнішнє освітлення, електротранспорт;

3) Організаційно-технологічні системи:

- санітарне очищення;
- автотранспорт;
- пошта;

4) Захисні системи:

- протипожежні;
- протизсувні.

1.4 Ресурсоспоживання міста

Зростаючим містам потрібно:

1 Територія, яку вони відбирають у природи. Для будування житлових масивів, прокладання вулиць, спорудження аеропорту, вокзалів тощо необхідно вирубувати ліси, засипати яри та болота, регулювати стікання річок, створювати водосховища. Для будування міст варто обирати території на землях несільськогосподарського значення, виключаючи пасовища, ділянки багатолітніх плодових дерев і зайнятих водосховищами, лісами, території заповідників і зон охорони пам'ятників культури. Площа міста з населенням 1 млн осіб становить приблизно 200 км².

2 Повітря. Мільйонному місту на 1 рік потрібно приблизно 3 млн тон кисню. Дихання – це фізіологічний процес, що забезпечує нормальний плин метаболізму (обміну речовин і енергії) живих організмів і сприятливу підтримку гомеостазу (сталості внутрішнього середовища), одержуючи з довкілля кисень і відводячи в довкілля у газоподібному стані деяку частину продуктів метаболізму організму (CO₂, H₂O тощо).

3 Вода. Потреба мільйонного міста у воді оцінюється приблизно в 400–500 млн м³/рік. На території міста не може сформуватися така кількість поверхневого стоку, а запасів підземних вод недостатньо. Тому місто отримує воду з річок,

водосховищ і озер, водозбірний басейн яких у декілька разів перевищує його власну територію.

4 Їжа. Мільйонне місто потребує великих кількостей їжі. Добова потреба в їжі людини становить 1–2 кг. Це 2 000 тон продовольства (35 з/д вагонів) на день для міста. Отже, у середньому на 1 людину необхідно 0,2 га сільськогосподарських земель або 2 000 км², що у 10 разів перевищує площу самого міста.

5 Енергія. Орієнтовно це 10 кг умовного палива на 1 добу для однієї людини. Тобто для мільйонного міста – це 10 000 т або 150 з/д вагонів щодня. Встановлено, що зростання споживання енергії на всі потреби випереджає зростання міського населення. Воно становить 5–6 % на рік. Основні джерела енергії для міста – це теплові, атомні та гідравлічні електростанції.

6 Рекреаційні ресурси – місця та споруди для відпочинку. Внутрішні можливості міста, у вигляді приміських зелених зон, скверів, парків, водойм для різних міст становлять від 10–15 % до 50–60 % від його загальної території. Цього недостатньо. Зона рекреації повинна перевищувати власну територію міста приблизно в 10 разів.

Задоволення запитів зростаючих міст у воді, їжі, енергії, рекреації та інших ресурсах потребує у найближчі роки якісної зміни технологій їх отримання та використання. Це належить насамперед до:

- скорочення забору води з природних джерел шляхом зниження водоспоживання виробництв і збільшення повторного використання води;
- зниження питомої енергоємності в усіх сферах людської діяльності;
- підвищення врожайності сільськогосподарських угідь і рекультивації;
- розвитку нових форм рекреації і формування психології життя «без надмірностей».

Такий напрям технологічного та соціального розвитку суспільства обумовлений ресурсними обмеженнями нашої планети.

1.5 Містобудування та захист довкілля

Комплекс заходів щодо захисту довкілля охоплює заходи, спрямовані на охорону і раціональне використання природних ресурсів, які забезпечують нормативні санітарно-гігієнічні параметри середовища міських і сільських поселень. Соціально необхідні охоронні заходи поділяють на організаційні, економічні та містобудівні.

Організаційні заходи забезпечують на законодавчому рівні використання територій, форми власності, правовий захист територій, створення системи адміністративно-господарського управління територіями та спеціальної екологічної служби їх охорони.

Економічні заходи забезпечують впровадження ресурсозбережних технологій, введення штрафних санкцій за порушення норм природокористування, визначення платежів і податків за використання територій, надання пільгових кредитів виробникам екологічно чистої продукції тощо.

Містобудівні заходи забезпечують охорону природного середовища завдяки раціональному функціональному зонуванню території, створенню СЗЗ, визначенню територій природно-заповідного фонду, забезпеченню екологічного балансу природно-ландшафтних і урбанізованих територій.

Розроблення екологічної програми здійснюється у три етапи:

- аналітичний — загальна екологічна характеристика району, покомпонентний аналіз кількісного, якісного і гігієнічного стану НПС та виявлення диспропорцій між природними та урбанізованими ландшафтами;
- прогностичний — визначення стану природного середовища в перспективі з урахуванням поставлених у

програмі задач, які направлені на досягнення екологічної рівноваги в районі;

- синтезуючий – рекомендації щодо інженерно-екологічного зонування району, визначення системи заходів з очищення повітря і води, збереження ґрунтово-рослинного покриву, тваринного світу; розроблення графічного документа комплексної схеми охорони НПС.

Екологічна програма генерального плану міста включає такі питання:

- загальна екологічна характеристика міста та околиць;
- кліматичні та мікрокліматичні особливості територій;
- стан повітряного басейну й заходи з його охорони;
- поверхневі та підземні джерела й заходи з їх охорони;
- геологічне середовище і заходи з його охорони;
- охорона ґрунтово-рослинного покриву;
- поліпшення санітарно-епідеміологічних умов;
- охорона міської флори і фауни;
- захист від міського шуму;
- захист НПС від теплового забруднення;
- вплив електромагнітних хвиль, радіації, вібрації і гравітації;
- формування системи зелених насаджень;
- поліпшення естетичних властивостей ландшафту;
- пам'ятники архітектури, історії, етнографії та природи;
- розроблення комплексної схеми охорони НПС;
- ефективність природоохоронних заходів.

Планувальні заходи повинні забезпечувати екологічну рівновагу, тобто такий стан природного середовища урбанізованого району міської агломерації або окремого міста, за якого забезпечується саморегуляція, належна охорона й відтворення його основних компонентів – атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтового і рослинного покриву, тваринного світу. Основні принципи екологічного захисту доквілля у процесі містобудування такі:

- збереження та раціональне використання цінних природних ресурсів;

- дотримання нормативів ГДР екологічного навантаження на природне середовище і санітарних нормативів у місцях забудови;

- виділення природно-заповідних, ландшафтних, курортно-рекреаційних, історико-культурних зон із відповідним режимом їх охорони;

- встановлення санітарно-захисних і охоронних зон для охорони водойм, джерел водопостачання і мінеральних вод, покладів лікувальних грязей, морських пляжів тощо.

Для захисту найбільш цінних елементів території довкілля вживають заходи, спрямовані на заборону в їхніх межах невластивої для них містобудівної діяльності (крім будівництва об'єктів, що пов'язані з функціональною експлуатацією цих територій). Це стосується природних заповідників, заказників, природних національних парків, водоохоронних зон, зелених зон міст, зон санітарної охорони курортів.

Не допускається містобудівна діяльність на площах залягання корисних копалин (до погодження з органами Державного гірничого нагляду), в районах розміщення породних відвалів вугільних шахт (ближче, ніж за 200–500 м, залежно від характеристик терикону), на земельних ділянках, забруднених органічними і радіоактивними відходами, у небезпечних зонах зсувів, сходження селевих потоків і снігових лавин, у зонах можливого затоплення, у сейсмічних районах тощо.

Для охорони довкілля міських і сільських поселень у межах приміських зон на землях лісового фонду формуються «зелені зони» у складі лісопаркової та лісогосподарської частин, місць відпочинку, заповідних об'єктів. Довкола міських і сільських поселень, які розміщені у безлісних районах, створюються вітрозахисні та берегоукріплювальні лісові смуги завширшки 500 м (для найзначніших і значних міст), 100 м (для великих і середніх міст) і 50 м (для малих міст і сільських поселень).

Питання для самоконтролю

1. Назвіть причини, що викликали збільшення міст.
2. На які стадії можна поділити процес формування міст?
3. Дайте визначення поняття «місто», зазначте його істотні ознаки.
4. Перерахуйте основні властивості та особливості міста.
5. Які категорії міст за кількістю населення прийняті в Україні?
6. Наведіть класифікацію міст за характером функцій міста.
7. Дайте визначення міського середовища.
8. Зазначте складові міського середовища.
9. Дайте визначення «урбогеосоціосистеми».
10. Назвіть складові міста як комплексної системи.
11. Охарактеризуйте основні природні ресурси, необхідні для функціонування міста.

Тема 2 Районне планування та зонування населених пунктів

2.1 Еколого-гігієнічний вплив природних умов на вибір території для будівництва міст.

2.2 Планувальна структура сучасного міста.

2.3 Основні функціональні зони міської території.

2.4 Селітебна зона.

2.5 Промислова зона.

2.6 Санітарно-захисна зона.

2.7 Комунально-складська зона.

2.8 Зона зовнішнього транспорту.

2.9 Ландшафтно-рекреаційна та приміська зони.

2.1 Еколого-гігієнічний вплив природних умов на вибір території для будівництва міст

Сприятливі природні умови є однією з найважливіших передумов для створення здорового, зручного і приємного для життя населення міста, що відповідає одночасно вимогам економіки його будівництва та експлуатації. Розумне використання природних умов може бути досягнуто лише на основі ретельного вивчення території, її природних водоймищ, зелених насаджень, рельєфу та інженерно-геологічних особливостей.

Основними вимогами до території населеного пункту є такі:

1 Рельєф території повинен відповідати вимогам забудови, організації міського транспорту і нормального водовідведення, за можливості, без станцій перекачування.

2 Територія повинна бути незаболоченою і не затоплюватися повеневими водами.

3 Ґрунти за своїм розрахунковим опором повинні відповідати наміченому типу забудови.

4 Території житлових районів повинні розміщуватися з навітряного боку відносно джерел забруднення повітря або, в крайньому разі, домінуючий вітер може бути дотичним до

житлової території, а за наявності річки – вище за течією річки відносно підприємств, що викликають забруднення водоймищ.

5 Територія повинна бути забезпечена якісними, достатніми за своєю потужністю джерелами водопостачання та місцями для відводу каналізації.

6 Територія повинна мати розміри, що забезпечують можливість перспективного розвитку населеного місця.

7 Територія повинна бути забезпеченою зовнішніми автомобільними і залізними дорогами або, в разі відсутності таких, надавати можливість їхнього влаштування без особливих ускладнень.

8 На території, що відводиться під населене місце, не повинно бути корисних копалин, що мають промислове значення, але бажано, щоб вона була забезпечена місцевими будівельними матеріалами.

Органічна єдність природи і міської забудови досягається безпосередньо в процесі створення планувальної структури міста і всієї його об'ємної композиції.

Основними природними факторами, що впливають на вибір території для населеного пункту, є такі:

- кліматичні умови в поєднанні з зеленими насадженнями;
- рельєф;
- гідрологія пролягаючих річок і водойм;
- інженерно-геологічні умови.

Кліматичні умови впливають на вибір території у поєднанні з рельєфом, гідрологічними та інженерно-геологічними умовами і природними зеленими насадженнями. Мікрокліматичні умови впливають як на вибір території для усього населеного пункту в цілому, так і на планувальне рішення міської території, особливо на його функціональне зонування.

Рельєф. У середніх широтах перевагу варто віддавати схилам, зверненим на південь, південний схід і південний захід, тому що мікрокліматичні умови схилів цієї орієнтації будуть сприятливими щодо сонячного освітлення. Складний рельєф

ускладнює функціональне й будівельне зонування міської території, вибір місцеположення загальноміського і районних центрів, вертикальне планування території, інженерну підготовку, прокладання вулиць й інженерних мереж.

Багато проблем створює проєктувальнику слабо виявлений плоский рельєф, за якого ускладнюється будівництво самопливної міської каналізації побутових і промислових вод і відведення атмосферних вод. Доводиться прокладати підземні мережі на великій глибині та споруджувати напірні колектори з системою насосних станцій.

Для будівництва міста найзручнішим є рельєф із нахилами, що не перевищують 6 %. За умови таких нахилів можливе трасування магістральних вулиць із досить пологими поздовжніми уклонами; спорудження будівель будь-якого виду і призначення не зустрічає утруднень із боку вертикального планування прилеглої території і самих будівельних майданчиків. Ділянки територій з нахилами в межах 6–12 % повинні бути використані під житлову забудову, що обслуговується, головним чином, мережею вулиць із місцевим рухом. Території з нахилами понад 12 % зазвичай використовуються під зелені насадження. У гірських умовах доводиться використовувати під житлову забудову території з дуже великими нахилами – до 30 %. У цих випадках застосовуються особливі засоби планування і забудови (однобічна забудова вулиць тощо).

Для нормального відведення поверхневих вод міська територія повинна мати уклони не менше ніж 0,4 %; за таких уклонів використовуються асфальтобетонні та цементобетонні дорожні покриття. Під час розроблення проєкту планування і забудови міста необхідно ретельно дослідити рельєф території як за картографічними матеріалами, так і в натурі. Виявляються найцікавіші у висотному відношенні ділянки територій, які можуть бути використані для розміщення найважливіших елементів міста: загальноміського і районних центрів, міських парків, спортивних комплексів, житлових районів, промислових підприємств.

Мікроклімат міст відрізняється від клімату позаміських територій і має такі особливості:

- взимку і влітку в містах тепліше, а тому середньорічна температура вища;
- абсолютна і відносна вологість менша;
- вітер, зменшуючи свою швидкість, змінює напрямки, часто створюючи завихрення;
- сонячна радіація менша, оскільки атмосфера, що забруднена аерозолями і газами промислових підприємств і автомобільного транспорту, має меншу прозорість.

Під час проектування житлових районів і промислових підприємств велике значення має **напрямок домінуючих вітрів**. Напрямок і швидкість їх повинні також враховуватися під час встановлення трас міських вулиць, що є основними каналами для провітрювання міста.

Гідрологія має дуже велике значення під час вибору території для розміщення населеного пункту. Природні водоймища – річки, озера, ставки – це важливі компоненти, що формують план міста, створюють спільно з зеленими насадженнями сприятливі мікрокліматичні умови. Водоймища використовують для водопостачання, організації водного транспорту, водноспортивних споруд і місць відпочинку населення.

Необхідно ретельно вивчати заболочені території, виникнення і режим яких тісно пов'язані з кліматичними умовами, рельєфом території, гідрологією відкритих водоймищ, режимом ґрунтових і поверхневих вод. Гідрологічні дослідження повинні встановлювати ступінь обводнення району: густину та конфігурацію гідрографічної мережі, басейни і умови живлення річок, характеристики річок (зокрема, характеристики повеней), сучасне використання водоймищ, якісну характеристику води, запаси води для різних потреб тощо.

Інженерно-геологічні умови в поєднанні з характером залягання ґрунтових вод визначають умови стійкості споруд і будівель, конструкції фундаментів. Освоєння території під

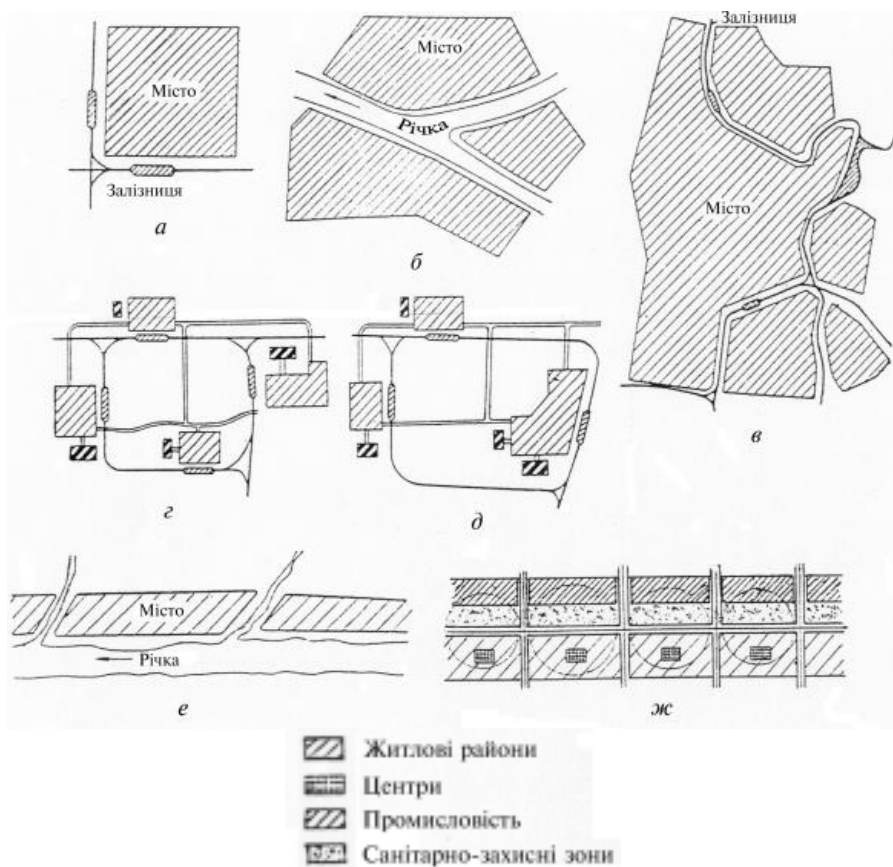
міське будівництво потребує проведення цілої низки комплексних планувальних і будівельних заходів, що значною мірою робить дорожчим міське будівництво і несприятливо позначається на загальній економіці будівництва та експлуатації міста. Тому інженерно-геологічні умови відіграють значну роль під час проєктування населеного пункту.

2.2 Планувальна структура сучасного міста

У планувальній практиці розрізняють такі форми плану міста:

- компактну (а);
- розчленовану, що виникає за наявності річки або залізниці (б, в);
- розосереджену з майже рівновеликими житловими масивами, властиву районам видобувальної промисловості (г);
- розосереджену з виділенням переважаючого за своєю величиною основного житлового масиву (д);
- розчленовано-лінійну під час розміщення міста на березі великої річки (е);
- лінійну, що виникає внаслідок лінійно-паралельного зонування промисловості й житла і способу розвитку міста (ж).

Житлові райони повинні бути зручними для розселення працівників відповідних промислових підприємств, добре з'єднаними магістральними вулицями не лише з промисловими районами, але й з усіма іншими частинами міста, зокрема із загальноміським і районними центрами, з залізничним і водним вокзалами, парками; повинні мати зручну мережу пішохідних шляхів, по яких мешканці житлового району можуть проходити до місць своєї праці, до всіх розміщених у цьому районі місць масового відвідування. Декілька житлових районів можуть об'єднуватися в планувальний район.



а – компактна; б – розчленована за наявності річки;
 в – розчленована за наявності залізниці; г – розосереджена з майже рівновеликими житловими масивами; д – розосереджена з виділенням переважуючого за своєю величиною основного житлового масиву; е – розчленовано-лінійна під час розміщення міста на березі великої річки; ж – лінійна

Рисунок 2.1 – Різні форми плану міста

Основними структурно-планувальними елементами міста згідно з ДБН 360–92** є планувальні райони, зони. Під час визначення місткості основних структурних одиниць міста –

планувальних районів у великих і значних містах – потрібно орієнтуватися на такі показники: кількість населення повинна становити від 100 тис. осіб до 300 тис. осіб; працівників у містоутворюючому комплексі – від 30 тис. осіб до 100 тис. осіб; у містах, які характеризуються великим розчленуванням планувальної структури, особливо у містах видобувальної промисловості (які формуються на базі окремих територіально закріплених виробництв і розселення – шахт, колишніх шахтарських селищ тощо), населення планувального району становить від 50 тис. осіб до 120 тис. осіб.

У найзначніших містах із кількістю населення понад 1 млн жителів за наявності потужних комплексів машинобудування і важкої індустрії, зосереджених у великих промислових виробничих зонах, потрібно формувати праце- і соціально збалансовані селітебно-виробничі утворення – *планувальні зони*, кількість населення яких не повинна перевищувати 450–900 тис. осіб. Формування планувальних зон у найзначніших містах із населенням понад 1 млн жителів потрібно здійснювати шляхом поєднання комплексних селітебно-виробничих районів із високим ступенем працевзбалансованості, селітебних, промислових районів із формуванням багатофункціональних центрів прикладання праці та обслуговування. У межах селітебної території формуються такі основні структурні елементи.

Житловий квартал (житловий комплекс) – первісний структурний елемент житлового середовища, обмежений магістральними або житловими вулицями, проїздами, природними межами тощо, площею до 50 га з повним комплексом установ і підприємств обслуговування місцевого значення (збільшений квартал, 45 мікрорайонів) і до 20 га з неповним комплексом.

Житловий район – структурний елемент селітебної території площею 80–400 га, у межах якого формуються житлові квартали, розміщуються установи і підприємства з радіусом обслуговування не більше ніж 1 500 м, а також об'єкти міського значення. Межами житлового району є магістральні

вулиці і дороги загальноміського значення, природні і штучні межі. Житлові райони (відокремлені) можуть формуватися як самостійні структурні одиниці.

Селітебний район (житловий масив) – структурний елемент селітебної території понад 400 га, у межах якого формуються житлові райони. Межі його ті самі, що й для житлових районів. Ця структурна одиниця характерна для значних і найзначніших міст і формується як цілісний структурний організм із розміщенням установ обслуговування районного й міського користування. Житлові райони, що входять до складу селітебної зони (складові), повинні формуватися у взаємозв'язку з його плануванням і забудовою.

У СНІП 2.07.01-89 під час проєктування житлової забудови виділяються два основних рівні структурної організації селітебної території: мікрорайон (квартал) площею, зазвичай, 10–60 га, але не більше ніж 80 га; житловий район площею від 80 га до 250 га.

У формуванні структури селітебної території в цілому, житлових районів і мікрорайонів надзвичайно велике значення має система **культурно-побутового обслуговування** населення (КПОН). Установи культурно-побутового обслуговування мають різну періодичність користування. Відповідно до цього вони можуть бути поділені на групи – ступені з призначенням для установ кожного такого ступеню певних відстаней пішохідного підходу або під'їзду (радіусів обслуговування), що забезпечують зручне користування ними.

Розрізняють чотири ступені культурно-побутового обслуговування населення:

Перший ступінь складається з установ і підприємств, якими населення користується *щоденно*. До них належать: дитячі ясла і садки, школи, продовольчі й промтоварні магазини, їдальні, кафе, аптеки, ательє побутового обслуговування (ремонтні майстерні, приймальні пункти). Це – установи мікрорайону, радіус обслуговування їх береться у межах 350–500 м. Повсякденне обслуговування населення всередині

мікрорайону здійснюють також установи груп житлових будинків із радіусом обслуговування до 200 м.

Другий ступінь – установи, що відвідуються населенням *періодично*. Будинки культури, клуби, кінотеатри, бібліотеки, торговельні центри, ресторани, установи зв'язку (пошта, телеграф), поліклініки, пологові будинки і районні лікарні, спортивні центри (спортивні зали, плавальні басейни, спортивні тренувальні майданчики). Це – установи житлового району, радіус обслуговування їх становить 1 000–1 200 м, що дозволяє дійти до них пішки за 15–20 хв, не користуючись послугами транспорту.

Третій ступінь – установи і заклади, які відвідує населення значно рідше, ніж установи перших двох ступенів – *епізодично*. До них належать: адміністративні й господарські заклади, палаци культури, музеї, виставки, театри, цирки, концертні зали, великі кінотеатри, міські спортивні центри (стадіони, плавальні басейни, водні станції), міські торговельні центри, спеціалізовані лікарні й медичні центри, наукові й навчальні центри. Всі ці заклади мають загальноміське, обласне, а іноді й республіканське значення. Під'їзд до них здійснюється засобами масового транспорту.

Четвертий ступінь – заклади і установи масового короткочасного і тривалого відпочинку та лікувальні, що розміщені в приміських зонах. Сюди належать: водні станції і пляжі, ресторани, кафе, готелі, мотелі, риболовні, лижні й туристичні бази, будинки відпочинку, санаторії, заміські дитячі установи тощо. Система культурно-побутового обслуговування значною мірою впливає на кількість населення та площу основних структурних елементів селітебної території.

2.3 Основні функціональні зони міської території

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 й техногенного характеру; запобігання забруднення навколишнього природного середовища; охорону і використання природних територій, що особливо охороняються, зокрема природних ландшафтів, територій історико-культурних об'єктів, а також сільськогосподарських земель і лісових угідь у межах міста.

Виділяють такі функціональні зони: селітебна (житлова), виробнича, зокрема промислова, санітарно-захисна, комунально-складська, зона зовнішнього транспорту, ландшафтно-рекреаційна, приміська. В історичних містах виділяється додаткова зона історичного планування та забудови, де розміщені 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 та однією з найважливіших стадій розроблення генерального плану міста.

2.4 Селітебна зона

Селітебна (житлова, селітебна) зона становить одну з основних частин планувальної структури міста (60–80 % площі території). Вона призначена для розміщення житлових районів, громадських центрів (адміністративних, культурних, наукових, навчальних, медичних тощо), зелених насаджень загального користування. Для розміщення селітебних територій міста відводять ділянки з найбільш сприятливими природними й санітарними умовами, за можливості поблизу водойм і зелених масивів. На них заборонено будівництво промислових, транспортних та інших підприємств, що забруднюють довкілля.

Територія селітебної зони повинна розміщуватися 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/скидів у довкілля небезпечних для здоров'я людей речовин. У районах із протилежним напрямом панівних вітрів у літній і зимовий періоди року житлові райони розміщують ліворуч і праворуч від зазначених напрямів вітрів по відношенню до промислових підприємств. У межах селітебних зон розміщуються переважно житлові забудови, які повинні мати зручний зв'язок із місцями прикладення праці, центром міста та зонами відпочинку.

У межах громадських центрів передбачають пішохідні вулиці, пов'язані з зупинками громадського транспорту. До цієї території входять також ділянки громадської забудови (окремих споруд і їх комплексів): внутрішньо-селітебних вулично-дорожньої (транспортної) та інженерних мереж, площі, парки, сади, сквери, бульвари, інші 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 та невикористані ділянки.

Характер і структура селітебної території перебувають у 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 установ і територій обслуговування.

2.5 Промислова зона

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

Виробнича територія – це територія розміщення промислових підприємств і пов'язаних із ними виробничих об'єктів, комплексів наукових установ із дослідними підприємствами, комунально-складських об'єктів, підприємств із виробництва та перероблення сільськогосподарської продукції санітарно-захисних зон промислових підприємств; об'єктів спеціального призначення; споруд зовнішнього транспорту і шляхів позаміського та 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 із метою ефективного використання природних, територіальних, матеріальних, трудових ресурсів тощо. 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, інші об'єкти невиробничої

сфери, які обслуговують матеріальне та нематеріальне виробництва.

Промислова зона виділяється на підставі функціонального зонування міста з урахуванням її зв'язків з іншими функціональними зонами: селітебними, ландшафтно-рекреаційними територіями тощо. Розміщення підприємств, встановлення санітарно-захисних зон проводять відповідно до вимог Державних будівельних норм і правил за генеральним планом промислових підприємств.

За планувального формування промислової зони дотримуються таких положень:

- частка території з виробничими функціями може становити 60–65 % загальної території зони;
- виробничі об'єкти повинні розміщуватися компактно, без великих функціонально сторонніх утворень;
- промислова зона обов'язково повинна забезпечуватися транспортними зв'язками з іншими 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 розміщення виробничих корпусів без здійснення земляних робіт значних об'ємів, забезпечувати нормальне відведення поверхневих вод і самотплинний рух у каналізаційні мережі. Цим вимогам відповідає рельєф із 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. Під час розміщення підприємств біля річок або водойм відмітки території, на якій розміщуються виробничі будівлі, споруди і залізничні колії та автомобільні дороги, беруть не менше ніж на 0,5 м вище розрахункового

горизонту високих вод із врахуванням напору водотоку, а також висоти хвилі та її набігу. Промислові території повинні розміщуватися з підвітряної сторони відносно селітебної території.

Під час розміщення нешкідливих у санітарному відношенні виробництв, які не потребують під'їзних залізничних колій, можуть бути створені комплексні виробничо-селітебні зони, в яких промислові підприємства та житлові райони планувально поєднуються; як зв'язуюча ланка виступає спільний центр із парком. Промислові комплекси та окремі підприємства, що викидають шкідливі речовини в атмосферу, шкідливі в розумінні санітарної гігієни, вибухонебезпечні та пожежонебезпечні, розміщують у віддаленій від житлової зони частині промислового району та з підвітряної сторони щодо інших 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.

Під час розміщення промислових районів у місті варто передбачати можливості подальшого його розвитку без створення при цьому черезсмужжя з промислових і житлових районів (рис. 2.2, 2.3).

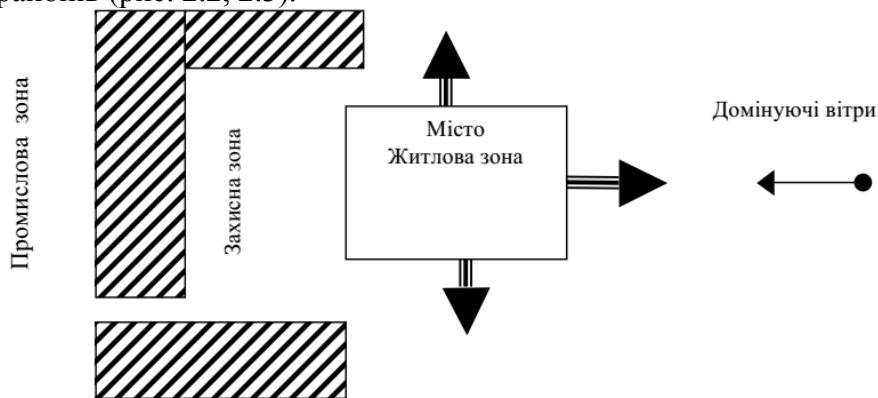


Рисунок 2.2 – Схема доцільного розміщення промислових підприємств, за якою зберігається можливість вільного розвитку міста

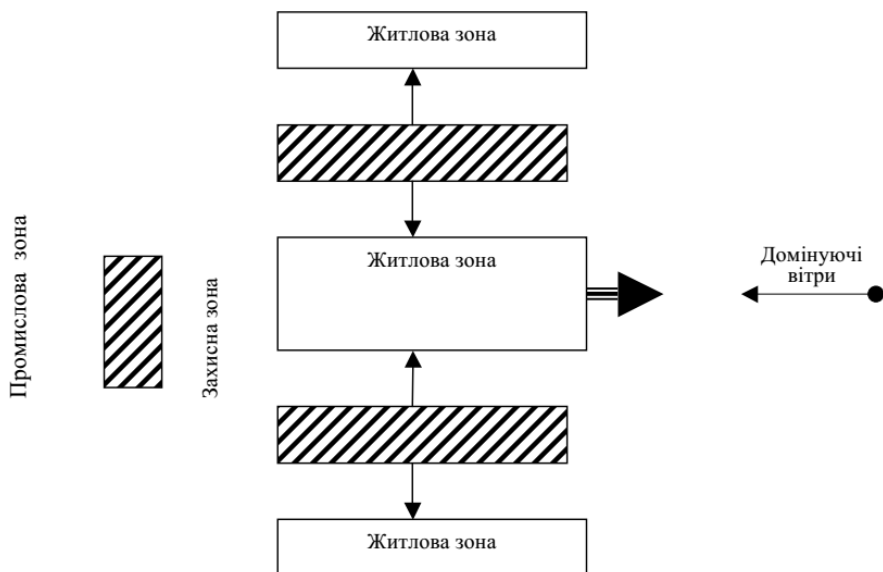


Рисунок 2.3 – Схема недоцільного розміщення промислових підприємств, що створює черезсмужжя з промислових і житлових районів

2.6 Санітарно-захисна зона

Промислові підприємства та транспортні об'єкти часто розміщені 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 довкілля шкідливих із неприємним запахом речовин, електромагнітного та іонізуючого випромінення також відділяють від житлової забудови СЗЗ.

СЗЗ встановлюють для комунальних, енергетичних підприємств і підприємств із обслуговування засобів транспорту, станцій та інших об'єктів автомобільного, залізничного, водного та повітряного транспорту, а також метро, трамвайних колій, тунелів, які є джерелами несприятливих

фізичних чинників. Розміри нормативної СЗЗ промислових підприємств до межі житлової забудови встановлюють залежно від потужності підприємства; особливостей технологічного процесу виробництва; характеру та кількості шкідливих речовин, що виділяються в атмосферу; закономірностей поширення повітряних забруднень; наявності процесів самоочищення атмосфери, а також нормативів ГДК.

Для забезпечення правильної організації СЗЗ її ширину визначають, як відстань між промисловим майданчиком (промисловою територією) та житловим районом. Відповідно до санітарної класифікації промислових підприємств, розміри СЗЗ устанавлюють у межах від 50 м до 3 000 м залежно від класу небезпеки підприємства (табл. 2.1). За необхідності та належного обґрунтування СЗЗ може бути збільшена, але не більше ніж ніж утричі. Промислові підприємства, що потребують створення СЗЗ завширшки 3 км, повинні розміщуватися за межами населених пунктів.

Таблиця 2.1 – Розміри СЗЗ для підприємств різного класу небезпечності

Клас небезпеки підприємства	Значення КНП	Розмір СЗЗ, м
ІА	$> 10^8$	3 000
ІБ	$> 10^8$	1 000–3 000
ІІ	$10^4 < \text{КНП} < 10^8$	500
ІІІ	$10^3 < \text{КНП} < 10^4$	300
ІV	$10^2 < \text{КНП} < 10^3$	100
V	$< 10^2$	50

У разі, коли промислове підприємство перебуває всередині житлової забудови і неможливо забезпечити дотримання розмірів СЗЗ відповідно до нормативів, необхідно забезпечити належний ступінь очищення пилогазових викидів до рівня ГДК на межі підприємства (табл. 2.2).

У 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 і відкритих проміжків між ними (аеродинамічних коридорів).

Таблиця 2.2 – Перелік промислових об'єктів різного класу небезпечності

Клас небезпеки об'єктів	Характеристика об'єктів
1	2
I.A	Особливо небезпечні об'єкти (АЕС тощо)
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

Продовження таблиці 2.2

1	2
III	Підприємства з виробництва скловати, керамзиту, толю й руберойду, вугільних виробів для електропромисловості, різних лаків та оліфи. Заводи залізобетонних виробів, асфальтобетоні, кабельні заводи тощо
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 тощо

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. Територія СЗЗ для підприємств IV, V класів повинна бути максимально озеленена – не менше ніж 60 % площі; для підприємств II і III класу – не менше ніж 50 %; для підприємств, що мають санітарно-захисну зону 1 000 м і більше ніж – не менше ніж 40 % її території з обов’язковою організацією смуги деревно-чагарникових насаджень із боку житлової забудови шириною не менше ніж 50 м, а за ширини зони до 100 м – не менше ніж 20 м.

Зелені насадження, які вже існують, на території проєктованої СЗЗ повинні бути збережені. Озеленення території

промислового підприємства і СЗЗ пов'язують із системою та характером зелених насаджень і природною зеленню в прилеглому районі, а також з навколишнім ландшафтом. Для насаджень СЗЗ використовують ефективні в санітарному відношенні та достатньо стійкі до забруднення атмосфери і ґрунтів промисловими викидами породи рослин: клен американський, ялівець козацький, тополя канадська, крушина ламка, бузина червона, туя західна та інші.

2.7 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 розміщуються:

- підприємства та 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 та тролейбусні депо, автобусні й 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 із використання вторинної сировини тощо.

Під час планувального формування 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 направленості не потрібно розміщувати на територіях промислових вузлів та їх СЗЗ, до складу яких входять підприємства I–III класів 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 за можливості території СЗЗ промислових підприємств. Вона повинна розміщуватися, як і промислова, з підвітряного боку по відношенню до селітебної зони. Склади повинні мати зв'язок із залізницею та транспортний зв'язок із селітебною зоною. Під час будівництва та реконструкції підприємств на території комунально-складських зон із метою підвищення інтенсивності використання земельних ділянок доцільно передбачати багатоповерхову забудову і освоєння підземного простору.

2.8 Зона зовнішнього транспорту

Транспортні сполучення міста з іншими населеними пунктами країни та його приміською зоною здійснюються зовнішнім транспортом – залізничним, водним, повітряним і автомобільним.

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 із центром

міста та його житловими й промисловими районами, залізничні вокзали розміщують із боку основної частини житлової території. 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 та сортувальні станції розміщують за межами селітебних 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.

За неможливості винесення технічних залізничних споруд за межі міської території здійснюють заходи для пом'якшення несприятливої у 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). Під час розміщення залізничної лінії у виїмці розміри СЗЗ можуть бути зменшені. Водночас не менше ніж 50 % СЗЗ має бути озеленено.

У містах, розміщених на берегах судноплавних водойм – океанів, морів, озер і річок, істотне значення в загальній структурі міського транспорту мають споруди водного транспорту – морські та річкові порти. Їх розміщують за межами

житлових територій на відстані не менше ніж 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 та 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 – під час забезпечення 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 повинно бути не менше ніж 50 м.

Рекомендується така ширина вулиць у 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 у разі багатоповерхової забудови – 25 м, у разі одноповерхової забудови – 15 м.

Зовнішні транспортні лінії проєктують в органічному зв'язку 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 під час розроблення генеральних планів

міст складається перспективна комплексна схема розвитку всіх видів транспорту, що необхідні для обслуговування міста.

2.9 Ландшафтно-рекреаційна та приміська зони

Рекреаційні зони – це природні або штучно створені території, призначені для організації відпочинку та 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, інших аналогічних об'єктів, а також земельні ділянки, надані для дачного будівництва і спорудження інших об'єктів рекреації.

Рекреаційне середовище, що формується на зазначених територіях, повинно забезпечувати фізичний, біокліматичний, психологічний, естетичний комфорт населенню під час відпочинку. До ландшафтно-рекреаційної зони входять озеленені й водні простори у межах забудови міста та його зеленої зони, а також інші елементи природного ландшафту. До її складу можуть входити міські ліси й лісопарки, лісозахисні зони, землі сільськогосподарського використання й інші угіддя, позаміські зони масового короточасного й тривалого відпочинку, курортні зони, які спільно з парками, садами, скверами і бульварами, що розміщуються на селітебній території, формують систему відкритих просторів.

У 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), ландшафтів, що охороняються. Відстані між зонами короточасного відпочинку і ділянками оздоровчих і рекреаційних установ, садівницьких товариств, автомобільної

мережі та залізниць повинні становити не менше ніж 500 м, а від будинків відпочинку – не менше ніж 300 м.

Приміська зона – це територія, прилегла до міста і яка перебуває з ним у тісному функціонально-планувальному, соціально-економічному, культурно-побутовому й іншому взаємозв'язку. Відрізняється максимальним ступенем освоєння. Приміські зони особливо розвинені довкола крупних міст і є частиною міської агломерації. У приміських зонах великих міст розміщуються передмістя, міста-супутники, зони відпочинку, землі сільськогосподарського та лісгосподарського призначення.

Приміська зона формується під впливом міста, яке прагне якомога повніше використовувати навколишню територію для задоволення своїх різноманітних потреб. Ця зона наділяється функціями, що забезпечують життєдіяльність міста. У 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, електropідстанції, теплові електроцентралі. Тут розміщують найскладніші та великі транспортні споруди і системи: аеропорти, сортувальні та вантажні станції, складські споруди, вантажні річкові порти.

Запитання для самоконтролю

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.

Тема 3 Повітряне середовище міста

3.1 Характеристика речовин, що забруднюють атмосферу.

3.2 Мікроклімат міського середовища.

3.3 Фізичне забруднення атмосфери.

3.4 Хімічне забруднення атмосфери.

3.5 Біологічне забруднення атмосфери.

3.6 Заходи захисту повітряного басейну міста.

3.7 Регулювання викидів парникових газів у контексті зобов'язань щодо сталого розвитку.

3.1 Характеристика речовин, що забруднюють атмосферу

Якість атмосфери – це сукупність її властивостей, що визначають ступінь впливу фізичних, хімічних і біологічних факторів на людей, рослинний і тваринний світ, а також на матеріали, конструкції й довкілля у цілому. Якість атмосфери залежить від її забрудненості, причому самі забруднення можуть потрапляти до неї від природних і антропогенних джерел. Із розвитком цивілізації у забрудненні атмосфери все більше ніж і більше ніж переважають антропогенні джерела.

Забруднення атмосфери – зміна її складу в результаті надходження або утворення домішок. Забруднювальна повітря речовина – це домішка в атмосфері, що надає несприятливий вплив на довкілля і здоров'я населення.

Домішка в атмосфері – це речовина, яка розсіюється в атмосфері, що не міститься в її постійному складі. Домішки можуть зазнавати різні перетворення. Тому їх можна умовно класифікувати на первинні й вторинні.

Первинна домішка в атмосфері – це домішка, що за розглянутий інтервал часу зберігає свої фізичні й хімічні властивості. Перетворення домішок в атмосфері – процес, за якого домішки піддаються фізичним і хімічним змінам під впливом природних і антропогенних факторів, а також у результаті взаємодії між собою.

Вторинна домішка в атмосфері – це домішка, що утворилася у результаті перетворення первинних домішок. Згідно з впливом на організм людини забруднення атмосфери поділяються на:

- фізичні – радіоактивне випромінювання, тепловий вплив, шум, низькочастотні вібрації, електромагнітні поля;
- хімічні – наявність хімічних речовин та їх сполук.

Забруднювальні речовини викидаються в атмосферу у вигляді суміші пилу, диму, туману, пари і газоподібних речовин.

До природних джерел відносять пилові бурі, масиви зелених насаджень у період цвітіння, степові та лісові пожежі, виверження вулканів.

Домішки, що виділяються природними джерелами:

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

Природні джерела зазвичай бувають площинними і діють порівняно короткочасно. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється з плином часу.

Антропогенні джерела – це викиди промислових підприємств і автотранспорту. Відрізняються численністю і різноманітністю. Домішки надходять в атмосферу у вигляді газів, пари, рідких і твердих часток. Гази і пара утворюють з повітрям суміші, а рідкі та тверді частки – аерозолі (дисперсні системи), які поділяють на:

- пил (розміри часток більше ніж ніж 1 мкм);
- дим (розміри твердих часток менше ніж ніж 1 мкм);
- туман (розмір рідких часток менше ніж ніж 10 мкм).

Антропогенні джерела первинного пилоутворення виникають у результаті таких процесів:

- механічне оброблення (дроблення, шліфування, різання);

- транспортування сипучих (навантаження, перемішування);
- теплові процеси та спалювання (спалювання, сушіння, плавлення);
- зношення й руйнування речовин (абразиви, гальмівні колодки).

3.2 Мікроклімат міського середовища

Техногенні особливості міської території сприяють формуванню місцевого клімату, відмінного від приміської території (табл. 3.1). На формування міського клімату впливають фактори, які діють комплексно:

- прямі викиди тепла;
- зміна режиму сонячної радіації;
- пилогазові викиди підприємств і транспорту;
- зміна теплового балансу завдяки зменшенню випаровування, малої проникності підстилаючої поверхні, що посилює стікання, значна теплопровідність покриттів;
- значна частка вертикальних поверхонь, що призводить до затінення й утворення котловинних умов на тлі рівнинного рельєфу.

Сонячна радіація. В умовах великих промислових центрів вона знижена через зменшення прозорості, значну кількість пилу та аерозолів. З іншого боку до розсіяної радіації приєднується відображена радіація від стін і мостових. Звідси відчуття спеки й духоти у містах влітку. Завдяки забрудненню атмосфери знижується ефективне випромінювання, а отже, і нічне охолодження. Додатково надходить тепло від спалювання палива. На випаровування витрачається мало тепла. Звідси, температура всередині міста порівняно з прилеглою місцевістю вища. Температура повітря під час переходу від сільської місцевості до центральної частини міста підвищується (рис. 3.1).

Таблиця 3.1 – Відмінності клімату в крупних містах і прилеглий 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 саява	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 ніж
Домішки ядра конденсації і частинки	У 10 разів більше ніж
Газові домішки	У 5–25 разів більше ніж
Швидкість вітру середньорічна	На 20–30 % нижче
Штормова	На 10–20 % нижче
Штилі	На 5–20 % частіше
Опади сумарні	На 5–10 % більше ніж
У вигляді снігу	На 5 % менше ніж
Число днів з опадами менше ніж ніж 5 мм	На 10 % більше ніж
Кількість хмар	На 5–10 % більше ніж
Повторюваність туманів узимку	На 100 % більше ніж
Влітку	На 30 % більше ніж
Відносна вологість узимку	На 2 % менше ніж
Влітку	На 8 % менше ніж
Іноді	На 11 –20 % менше ніж
Грози (частота)	У 1,5–2 рази менше ніж

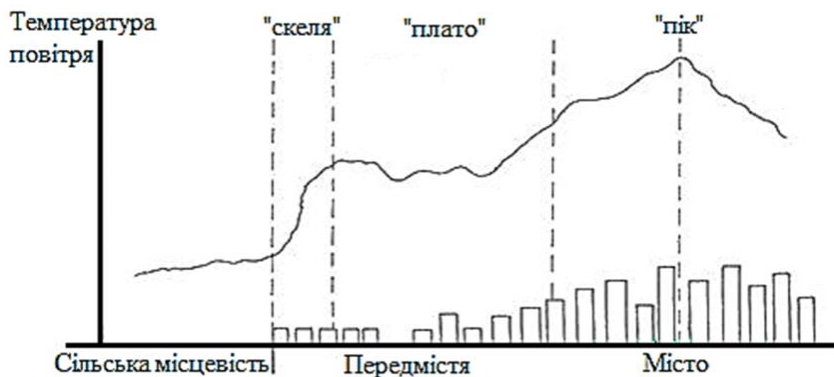


Рисунок 3.1 – Перетин «острова» тепла над містом

На межі розділу «передмістя – сільська місцевість» виникає значний горизонтальний градієнт температури, що відповідає «скелі острова тепла» і досягає іноді $4\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{км}$. Значна частина міста являє собою «плато» теплого повітря з підвищенням температури до центру. Термічна однорідність порушується розривами у вигляді областей холоду – парки, водойми, луки, і областей тепла – промислові підприємства, щільна забудова.

Над центром міста утворюється пік «острова» тепла, де температура повітря максимальна (їх може бути кілька, обумовлених наявністю промислових підприємств і щільною забудовою). За даними метеорологічних досліджень, тепловий вплив міст проявляється у межах 100–500-метрового шару атмосфери, а іноді й 1 км. Значна аеродинамічна шорсткість підстилаючої поверхні та наявність «островів» тепла визначає особливості вітрового режиму міста.

Вітровий режим міста характеризується місцевою циркуляцією. Біля поверхні землі потік холодного повітря спрямований до «острова тепла», а з вершини «острова тепла» формується потік теплого повітря до околиць міста. У самому місті, завдяки відмінності у нагріванні освітлених і затінених вулиць та дворів, формується місцева циркуляція:

- висхідний потік утворюється над поверхнею освітлених стін;

– спадний потік – над затіненими стінами, частинами вулиць і дворів.

Наявність водойм сприяє формуванню денної місцевої циркуляції, подібно до бризу, від водойми до міста, що дуже бажано жарким літом. Одночасно така циркуляція може сприяти захопленню забруднювальних домішок.

Швидкість вітру в місті, порівняно з відкритою місцевістю, зазвичай, нижча. Але якщо місто розміщене на горбистій місцевості або у разі збігання напряму вулиці з напрямом вітру – можливе посилення вітру.

Вологість повітря. У великих містах у центрі вона нижча, ніж на околицях. Причому найбільша вологість повітря над передмістям, ніж у центрі міста, у річному відношенні спостерігається влітку, а у добовому відношенні – у вечірній час. Вплив міста на випадання рідких і твердих атмосферних опадів різний. Узимку снігу випадає над центром міста менше ніж на 5 %, ніж над передмістям. Улітку опадів випадає більше ніж над передмістям, ніж у центрі міста.

3.3 Фізичне забруднення атмосфери

До шкідливих фізичних впливів відносять:

1 Іонізуюче випромінювання. Радіаційний вплив високого рівня енергії (потоки α -, β - і γ -часток, що утворюються під час радіоактивного розпадання), а також електромагнітні випромінювання довжиною хвилі менше ніж 10^{-7} см. Іонізуюче випромінювання характеризуються високим ступенем біологічного впливу на рівні молекул і клітин, окремих органів та організму в цілому. Реакція організму залежить від виду випромінювання, поглиненої дози, розподілу поглиненої енергії в організмі, індивідуальних особливостей організму.

2 Неіонізуюче випромінювання. Це частина електромагнітного спектра з довжиною хвилі більше ніж 10^{-7} см. Діапазон частот від низьких до лазерних. Неіонізуюче випромінювання не надає наслише швидкого руйнуючого

впливу на живі організми, однак віддалені наслідки часто виявляються досить небезпечними.

З Акустичні впливи – шум, ультразвук, інфразвук; вібрація. Магнітні, електричні, електромагнітні поля та випромінювання. До природних електромагнітних полів відноситься магнітне поле Землі. Для захисту населення від впливу електромагнітного поля високої частоти радіостанції, телецентри, ретранслятори та інші джерела радіохвильового випромінювання потужністю понад 100 кВт повинні розміщуватися за межами населених пунктів.

Шум являє собою безладні акустичні коливання. За малої частоти коливань, звук сприймається як низький, за великої частоти – як високий. Житлові приміщення, особливо ті, що розміщені в багатоповерхових будинках, мають значну кількість «внутрішніх» джерел шуму. Це працюючі ліфти, насоси, телевізори тощо. Вони можуть створювати шум інтенсивністю від 70 дБ до 95 дБ. Гучна розмова по телефону є джерелом акустичного впливу до 70 дБ. Больовий поріг чутливості становить 130 дБ. Джерелами шуму в житлових і громадських будівлях є також шум вулиці з його безперервним і монотонним характером.

Вібрація – це механічні коливання матеріальних систем із частотою більше ніж 1 Гц і з малою амплітудою. Вібраційні впливи пов'язані з акустичними коливаннями низьких частот та інфразвуковими коливаннями.

Інфразвуки генеруються численними природними джерелами: ураганами, передштормовою погодою на морі, діючими вулканами тощо. Вони поширюються на величезні відстані і здатні огинати перешкоди. Однак потужність інфразвукових коливань природного походження невелика. Міста є зосередженням техногенних джерел інфразвукових коливань і пов'язаної з ними вібрації – це:

– компресорні станції, вентилятори, градирні, турбіни дизельних електростанцій, внутрішньобудинкові технічні пристрої тощо;

– у зоні, близько розміщеної до траси злетів і посадок літаків і до майданчиків опробування двигунів, спостерігається вібрація будинків, дзвін посуду, люстри тощо

Під час роботи невеликого компресора рівень інфразвукового тиску досягає 80 дБ, а під час випробування реактивних двигунів – до сотень децибел.

Вібрація негативно впливає на стан людей, спостерігається: відчуття прискореного коливання внутрішніх органів і больові відчуття; синдром морської хвороби; почуття тривоги, страху; може пригнічуватись інтелектуальна діяльність.

3.4 Хімічне забруднення атмосфери

Основний внесок у високий рівень забруднення повітря вносять підприємства чорної і кольорової металургії, хімії та нафтохімії, будівельної індустрії, енергетики, целюлозно-паперової промисловості, а у деяких містах і котельні. Основними шкідливими домішками є такі:

– Карбон (II) оксид. Виділяється під час неповного згоряння вуглецевих речовин. У повітря він потрапляє внаслідок спалювання твердих відходів, із вихлопними газами і викидами промислових підприємств. Щорічно цього газу надходить в атмосферу не менше ніж 250 млн тон. Активно реагує зі складовими атмосфери і сприяє підвищенню температури на планеті, а також створенню парникового ефекту.

– Сульфур (IV) оксид. Виділяється у процесі згоряння сірковмісного палива або перероблення сірчистих руд (до 70 млн т/рік). Частина сполук сірки виділяється під час горіння органічних залишків у гірничорудних відвалах.

– Сульфур (VI) оксид. Утворюється під час окиснення Сульфур (IV) оксиду. Кінцевим продуктом реакції є аерозоль або розчин сульфатної кислоти у дощовій воді, який підкислює ґрунти, загострює захворювання дихальних шляхів людини. Випадіння аерозолу сірчаної кислоти з димових факелів хімічних підприємств відзначається у разі низької хмарності та

високої вологості повітря. Пірометалургійні підприємства кольорової та чорної металургії, а також ТЕС щорічно викидають в атмосферу десятки мільйонів тон Сульфур (IV) оксиду.

– Сірководень і сірковуглець. Надходять в атмосферу окремо або разом з іншими сполуками сірки. Основними джерелами викиду є підприємства з виготовлення штучного волокна, цукру, коксохімічні, нафтопереробні, а також нафтопромислові. В атмосфері під час взаємодії з іншими забруднювачами піддаються повільному окисненню до сірчаного ангідриду.

– Нітроген оксиди. Основними джерелами викиду є підприємства, що виробляють: азотні добрива, нітратну кислоту та нітрати, анілінові барвники, нітросполуки, вісконний шовк, целулоїд. Кількість оксидів азоту, що надходить в атмосферу, становить 20 млн тон на 1 рік. Він є причиною виникнення фотохімічного смогу.

– Сполуки фтору. Джерелами забруднення є підприємства з виробництва алюмінію, емалей, скла, кераміки, сталі, фосфорних добрив. Фторвмісні речовини надходять в атмосферу у вигляді газоподібних сполук – фтороводню або пилу фториду натрію та кальцію. Сполуки характеризуються токсичним ефектом. Похідні фтору є потужними інсектицидами.

– Сполуки хлору. Надходять в атмосферу від хімічних підприємств, що виробляють хлоридну кислоту, хлорвмісні пестициди, органічні барвники, гідролізний спирт, хлорне вапно, соду. В атмосфері зустрічаються як домішка молекули хлору і пари хлоридної кислоти. Токсичність хлору визначається різновидом сполук та їх концентрацією.

Фотохімічний туман (смог) являє собою багатокомпонентну суміш газів і аерозольних частинок первинного і вторинного походження. До складу основних компонентів смогу входять озон, оксиди нітрогену і сульфору, численні органічні сполуки пероксидної природи, що називаються у сукупності фотооксидантами.

Фотохімічний смог виникає у результаті фотохімічних реакцій за певних умов:

- наявності в атмосфері високої концентрації оксидів азоту, вуглеводнів та інших забруднювачів;
- інтенсивної сонячної радіації і безвітряної погоди або дуже слабкого обміну повітря у приземному шарі за потужної і, впродовж не менше доби, підвищеної інверсії.

Такі смоги – нерідке явище над Лондоном, Парижем, Лос-Анджелесом, Нью-Йорком та іншими містами Європи і Америки. За своїм фізіологічним впливом на організм людини вони вкрай небезпечні для дихальної і кровоносної системи і часто бувають причиною передчасної смерті міських жителів з ослабленим здоров'ям.

Озоновий шар Землі активно поглинає ультрафіолетове випромінювання та створює оптимальні світловий і термічні режими земної поверхні, сприятливі для існування живих організмів на Землі. Концентрація озону у стратосфері непостійна, вона збільшується від низьких широт до високих, і схильна до сезонних змін із максимумом навесні. Своєму існуванню озоновий шар зобов'язаний діяльності фотосинтезуючих рослин (виділення кисню) і дією на кисень ультрафіолетових променів. Основну небезпеку для атмосферного озону становить група хімічних речовин, об'єднаних терміном «хлорфторвуглеводні» (ХФВ), що мають також назву – фреони. Активну роль в утворенні і руйнуванні озону відіграють також оксиди азоту, важких металів (міді, заліза, марганцю), хлор, бром, фтор. Тому загальний баланс озону у стратосфері регулюється складним комплексом процесів, в яких значними є близько 100 хімічних і фотохімічних реакцій. Озоноруйнівні речовини є дуже стійкими. Різні види фреонів, потрапивши в атмосферу, можуть активно існувати у ній від 75 років до 100 років.

3.5 Біологічне забруднення атмосфери

Під біологічним забрудненням розуміють привнесення до екосистеми, у результаті антропогенного впливу, не характерних для них видів живих організмів (бактерій, вірусів тощо), що погіршують умови існування природних біотичних співтовариств або негативно впливають на здоров'я людини. Особливу небезпеку становить біологічне забруднення довкілля збудниками інфекційних та паразитарних хвороб. Це хвороботворні мікроорганізми, віруси. Вони можуть знаходитися в атмосфері, воді, ґрунтах, у тілі інших живих організмів, зокрема і в самій людині. Ці мікроорганізми мають різну стійкість у довкіллі.

Під час повітряно-крапельної інфекції зараження відбувається через дихальні шляхи під час вдихання повітря, що містить хвороботворні мікроорганізми. Особливо це актуально під час підвищеного скупчення людей у великих містах. До таких хвороб належать грип, коклюш, дифтерія, кір тощо. Збудники цих хвороб потрапляють у повітря під час кашлю, чхання і навіть під час розмови хворих людей. Біологічне забруднення довкілля постійно посилюється, виникають все нові мікроорганізми, з якими людство ще не здатне боротися. Справа у тому, що під впливом радіації та хімічного забруднення середовища мікроорганізми постійно мутують, набувають нові, невідомі людині форми. Вчені не встигають розробляти нові види ліків проти бактеріальних забруднювачів середовища.

3.6 Заходи захисту повітряного басейну міста

Охорона та оздоровлення повітряного басейну міст забезпечується комплексом заходів, в основі яких лежить система державних законодавчих актів і нормативна регламентація планування, містобудування і благоустрою міст.

Заходи захисту повітряного басейну міста можна умовно розділити на такі групи:

- організація санітарно-захисних зон;

- архітектурно-планувальні рішення;
- інженерно-організаційні заходи;
- безвідходні та маловідходні технології;
- технічні засоби і технології очищення викидів.

Санітарно-захисні зони. Джерела, що виділяють у довкілля шкідливі речовини та речовини з неприємним запахом, необхідно відокремлювати від житлової забудови санітарно-захисними зонами (СЗЗ). Їх розміри встановлюються залежно від класу небезпеки від 50 м до 3 000 м (див. табл. 2.1 та 2.2).

Підприємства, які не виділяють в атмосферу забруднювальних речовин, допускається розміщувати у межах житлових районів. СЗЗ не можна розглядати як резервну територію для розширення промислового майданчика. Розмір СЗЗ від межі житлової забудови варто встановлювати:

- безпосередньо від джерела викиду (труба, місця навантаження розвантаження, аераційні ліхтарі тощо);
- безпосередньо від джерела шуму, вібрації, радіочастот, електромагнітних хвиль;
- для електростанцій, котелень – від димарів.

Територія СЗЗ повинна бути упоряджена та озеленена. Існуючі зелені насадження повинні бути збережені.

Архітектурно-планувальні заходи. До них відносяться:

- вибір майданчика для будівництва промислового підприємства;
- взаємне розміщення підприємства і житлових кварталів;
- взаємне розміщення цехів підприємства;
- розміщення зелених зон;
- естетичне оформлення місцевості.

Промисловий об'єкт повинен бути розміщений на рівному, високому, добре провітрюваному місці, а майданчик житлової забудови – нижче підприємства. В іншому разі високі труби не дадуть бажаного результату для розсіювання шкідливих викидів. Цехи, що виділяють найбільшу кількість забруднювальних речовин, варто розміщувати на краю виробничої території з боку, протилежного житловому масиву.

Розміщення цехів повинно бути таким, щоб у разі напряду вітру у бік житлових кварталів їх викиди не об'єднувалися. Важливе місце займають методи фітомеліорації. Зелені насадження є ефективними біофільтрами. Під час проходження запиленого повітря через крони, кущі, траву воно очищається від пилу завдяки осадженню аерозольних часток на поверхні листя і стебел.

Архітектурно-планувальні заходи у багатьох випадках можуть визначати акустичний режим виробничих приміщень та полегшувати або погіршувати рішення завдань щодо їх акустичного благоустрою. Шумовий режим архітектурно-планувальними методами вирішується шляхом раціонального планування будівель, споруд, діляниць у рамках генеральних планів підприємства, а також розміщення технологічного обладнання, машин і механізмів, робочих місць, планування зон і руху транспортних засобів, створення шумозахисних зон у місцях перебування людей. Шумовий режим виробничих приміщень обумовлюється розмірами і формою, щільністю і видами розстановки машин і обладнання, наявністю звукопоглинаючого фону тощо З акустичної точки зору, витягнута форма виробничого приміщення висотою 6–7 м, має перевагу перед квадратною формою. Навколо цехів з надмірним шумом влаштовують зелені захисні зони з чагарників, густолистяних та хвойних дерев.

Планувальні заходи мають бути спрямовані на локалізацію звуку і зменшення його поширення. Шумові приміщення групують в одній зоні, відокремлюючи їх коридором або побутовими кімнатами. Між ділянками, що мають різні рівні шуму, встановлюють перегородки, екрани, склади сировини чи готової продукції. Найбільш шумні цехи влаштовують у глибині території. Проектні організації під час складання проєктів на будівництво або реконструкцію підприємств мають математично обчислювати і прогнозувати рівень шуму. Такий підхід дає можливість своєчасно вносити необхідні корективи щодо розстановки технологічного обладнання, акустичного оздоблення приміщень або відповідного вибору засобів захисту

від шуму. Дані досліджень свідчать, що врахування вимог акустики на стадії проектування, у 5 разів економніше боротьби з шумом на діючих об'єктах.

Інженерно-організаційні заходи. Вони полягають у такому:

- зниження інтенсивності та організація руху автотранспорту. Для цього виконується будівництво об'їзних і окружних доріг, розв'язки на різних рівнях, рух за типом «зелена хвиля»;

- збільшення висоти димових труб. Чим вище труба, тим краще відбувається розсіювання. За висоти 100 м – розсіювання на 20 км; за висоти 250 м – радіус розсіювання збільшується до 75 км. Із збільшенням висоти труби різко збільшується її вартість. На практиці зазвичай будують труби висотою не більше ніж 150 м.

- підвищення швидкості руху газів у димовій трубі. Цей захід збільшує початковий підйом викидів і покращує їх розсіювання. Але водночас зростає гідравлічний опір у трубі, і зростають питомі енерговитрати.

Промислові димові труби призначені для відведення димових газів в атмосферу, є складними, високовартісними інженерними спорудами, від технічно грамотного проектування та експлуатації яких залежить безперебійність роботи промислових об'єктів. Умовний прохід і висота димаря розраховуються таким чином, щоб увесь обсяг відпрацьованих газів за всіх режимів експлуатації відводився в атмосферу. Висота димової труби визначається на підставі результатів аеродинамічного розрахунку газового тракту з урахуванням забезпечення екологічних норм гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин під час розсіювання в атмосфері продуктів згоряння. Під час розрахунку димової труби враховується температура димових газів, слабоагресивне хімічне середовище димових газів, вітрове та снігове навантаження. Крім цього, димові труби повинні відповідати вимогам нормативних документів.

Безвідходні та маловідходні технології. Основою безвідходних виробництв є комплексне перероблення сировини з використанням усіх її компонентів, оскільки відходи виробництва – це невикористана частина сировини. Великого значення при цьому набуває розроблення ресурсозбережних технологій. Доцільність використання відходів доведена практичною роботою багатьох підприємств різних галузей промисловості. До основних завдань маловідходної та безвідходної технологій належать:

- комплексне перероблення сировини і матеріалів з використанням усіх їх компонентів на базі створення нових безвідходних процесів;
- створення та випускання нових видів продукції з можливістю повторного використання відходів;
- перероблення відходів виробництва та споживання з отриманням товарної продукції або будь-яке ефективне їх використання без порушення екологічної рівноваги.

У машинобудівній промисловості розроблення маловідходних технологічних процесів насамперед пов'язане з необхідністю збільшення коефіцієнта використання металу (КВМ), у деревообробній – збільшення коефіцієнта використання деревини (КВД) тощо. У ливарному виробництві використовуються швидкотвердіючі формувальні суміші. Це процес, за якого відбувається хімічне твердіння форм і стрижнів, прогресивний не лише з технологічного, а і з санітарно-гігієнічного погляду завдяки значному скороченню пиловиділення. Коефіцієнт використання металу за такого литва збільшився до 95–98 %. З метою покращання екологічного стану в прокатному виробництві широко використовують нову технологію – гвинтове прокатування металу для отримання пустотілої спіральної бурової сталі. Така технологія прокатування металу дозволила відмовитися від подальшого металооброблення, не лише заощадити метал на 10–35 %, а і дозволить покращити умови праці робітників та економічний стан завдяки зниженню запиленості повітря у шахтах, шуму та вібрації на робочих місцях.

Технічні засоби і технології очищення викидів. За агрегатним станом забруднювачі повітря поділяються на пил, тумани і газоподібні домішки. Промислові викиди, що містять зважені тверді або рідкі частинки, являють собою двофазові системи. Суцільною фазою у системі є гази, а дисперсною – тверді частки або крапельки рідини. Системи очищення повітря від пилу поділяються на чотири основні групи: сухі та мокрі пиловловлювачі, електрофільтри та фільтри. За підвищеного вмісту пилу в повітрі використовують пиловловлювачі та електрофільтри. Фільтри застосовують для тонкого очищення повітря з концентрацією домішок менше ніж 100 мг/м^3 . Для очищення повітря від туманів (наприклад, кислот, лугів, масел та інших рідин) використовують системи фільтрів – тумановловлювачів.

Засоби захисту повітря від газопароподібних домішок залежать від обраного методу очищення. За характером перебігу фізико-хімічних процесів виділяють метод абсорбції (промивання викидів розчинниками домішок), хемосорбції (промивання викидів розчинами реагентів, що пов'язують домішки хімічно), адсорбції (поглинання газоподібних домішок завдяки каталізаторів) і термічної нейтралізації.

Усі процеси вилучення з повітря зважених часток включають, зазвичай, дві операції:

- осадження часток пилу або крапель рідини на сухих або змочених поверхнях;
- видалення осаду з поверхонь осадження.

Вибір того чи іншого пиловловлювального пристрою, який являє систему елементів, що включає пиловловлювач, розвантажувальний агрегат, регулююче устаткування та вентилятор, зумовлюється дисперсним складом часток промислового пилу, що вловлюються.

Для очищення викидів від рідких і твердих домішок застосовують різні конструкції уловлювальних апаратів, що працюють за принципом:

- інерційного осадження шляхом різкої зміни напрямку руху викиду, водночас тверді частки під дією інерційних сил

будуть намагатися рухатися у заданому напрямі та потрапляти в приймальний бункер;

- осадження під дією гравітаційних сил завдяки кривизні траєкторії руху складових викиду, вектор швидкості руху якого спрямований горизонтально;

- осадження під дією відцентрових сил шляхом надання викиду обертального руху всередині циклону, водночас тверді частки відкидаються відцентровою силою до сітки, так як відцентрове прискорення у циклоні до тисячі разів більше ніж прискорення сили тяжіння, це дозволяє видалити з викиду навіть дуже дрібні частки;

- механічного фільтрування – фільтрування викиду через пористу перегородку, в процесі якого аерозольні частки затримуються, а газова складова повністю проходить через неї.

3.7 Регулювання викидів парникових газів від автотранспорту

Значну частку в забрудненні атмосфери становлять викиди шкідливих речовин від автомобілів. У наш час на частку автомобільного транспорту припадає більше ніж половини усіх шкідливих викидів у довкілля, які є головним джерелом забруднення атмосфери, особливо у великих містах. Спостереження показали, що в будинках, розміщених поруч з автомобільною дорогою (до 10 м), жителі хворіють на рак у 3–4 рази частіше, ніж у будинках, віддалених від дороги (на відстані 50 м). Кількість шкідливих речовин, що надходять в атмосферу у складі відпрацьованих газів, залежить від загального технічного стану автомобілів і особливо від двигуна – джерела найбільшого забруднення.

Заходи боротьби з викидами автотранспорту такі:

- 1 Оцінювання автомобілів відповідно до токсичності вихлопів. Велике значення має повсякденний контроль над автомашинами. Всі автогосподарства зобов'язані стежити за справністю машин, що випускаються на лінію. На заводах

введені контроль і регулювання автомобілів згідно токсичності та димності відпрацьованих газів.

2 Управління міським транспортом. Розроблено нові системи регулювання вуличного руху, які зводять до мінімуму можливість утворення заторів, тому що, зупиняючись і потім набираючи швидкість, автомобіль викидає у кілька разів більше ніж шкідливих речовин, ніж за рівномірного руху. Побудовані автомагістралі в обхід міст, які ввібрали весь потік транзитного транспорту.

3 Удосконалення двигунів внутрішнього згоряння. Вдосконалення процесу згоряння палива у двигуні внутрішнього згоряння, застосування електронної системи запалювання призводить до зменшення шкідливих речовин у вихлопі.

4 Нейтралізатори. Велика увага надається розробленню пристроїв зниження токсичності – нейтралізаторів, якими можна оснастити сучасні автомобілі. Спосіб каталітичного перетворення продуктів згоряння полягає у тому, що відпрацьовані гази підлягають очищенню, вступаючи у контакт з каталізатором. Одночасно відбувається допалювання продуктів неповного згоряння, що містяться у вихлопі автомобілів. Ефект від використання нейтралізаторів досягається значний: за оптимального режиму викид в атмосферу оксиду вуглецю зменшуються на 70–80 %, вуглеводнів – на 50–70 %.

5 Газ замість бензину. Високооктанове, стабільне за складом газове паливо добре змішується з повітрям і рівномірно розподіляється в циліндрах двигуна, сприяючи більш повному згорянню робочої суміші. Сумарне викидання токсичних речовин у автомобілів, що працюють на зрідженому газі, значно менше ніж, ніж у машин із бензиновими двигунами.

6 Електромобіль. В інтересах захисту довкілля вважається доцільним переведення автотранспорту на електротягу, особливо у великих містах. Склад продуктів згоряння під час роботи таких двигунів визначається складом компонентів палива, температурою згоряння, процесами дисоціації та

рекомбінації молекул. Кількість продуктів згоряння залежить від потужності (тяги) рухових установок.

Запитання для самоконтролю

- 1 Зазначте основні функції атмосферного повітря в місті.
- 2 Зазначте чинники, що впливають на формування складу повітря в місті.
- 3 Від яких чинників залежить мікроклімат міста?
- 4 Охарактеризуйте вплив метеоумов на перенесення і розсіювання домішок в атмосфері.
- 5 Зазначте заходи, спрямовані на покращання мікроклімату міста.
- 6 Охарактеризуйте джерела забруднення повітряного середовища в місті.
- 7 Як класифікують джерела викидів забруднювальних речовин у повітря?
- 8 Які існують нормативи якості повітря в 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?

Тема 4 Водне середовище міста

- 4.1 Водні об'єкти міст та їх використання.
- 4.2 Централізоване та децентралізоване водопостачання.
- 4.3 Джерела впливу на водні об'єкти.
- 4.4 Система водовідведення.
- 4.5 Загальноміські очисні споруди.
- 4.6 Поверхнєве стікання з міської території та території промислових підприємств.
- 4.7 Формування якості води водних об'єктів.
- 4.8 Технології захисту водних об'єктів.

4.1 Водні об'єкти міст та їх використання

До водних об'єктів, розміщених в межах міста, відносять:

1 Водотоки. Їх поділяють на річки, канали і струмки, тобто водні об'єкти, які мають течію. Річки поділяють на малі, середні та великі (табл. 4.1 – наведені дані у не паводковий період). Гирлова область річки, що впадає у море безрукавним гирлом, називається естуарієм або лиманом.

Таблиця 4.1 – Класифікація міських річок за розміром

Категорія річки	Загальна площа водозбору, км ²	Витрата води, м ³ /с	Швидкість, м/с	Коливання рівня, м
Мала	До 2 000	До 5	До 0,2	До 1
Середня	2 000–50 000	5–100	0,2–1	1–2
Велика	Понад 50 000	Понад 100	Понад 1	Понад 2

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

2 Водоймища. Їх поділяють на озера, водосховища і ставки. Водоймища за розміром поділяють на 4 категорії: мала, середня, велика і дуже велика (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Класифікація водоймищ

Категорія водоймища	Площа поверхні, км²	Об'єм, км³	Максимальна глибина, м
Мале	До 10	До 0,5	До 5
Середнє	10–100	0,1–1	5–10
Велике	100–1 000	1–10	10–50
Дуже велике	Понад 1 000	Понад 10	Понад 50

Рівень води і водообмін у водних об'єктах коливаються. Це залежить від припливу води, випаровування, фільтрування в підземні горизонти та витрати води для водопостачання та поливу. Величину коливання рівня визначають за різницею між найбільшим і найменшим рівнем за багаторічний період і поділяють на:

- малу – до 3 метрів;
- середню – 3–20 метрів;
- велику – понад 20 метрів.

3 Моря. Поділяють на відкриті (Чорне море) і внутрішні (Азовське море).

4 Підземні води. Підрозділяють на водоносні горизонти і комплекси, які утворюють у підземному просторі басейни і родовища. Підземні води, що виливаються на поверхню, називаються джерелами. У природних умовах вихід підземних вод на поверхню проявляється у вигляді:

- низхідних, безнапірних джерел на схилах гірських пагорбів і долин, ярів, балок, річок;
- висхідних джерел, завдяки напірних вод.

Переважна кількість джерел відноситься до низхідних. Джерельні води за своєю якістю відповідають воді того пласта, з якого вони виливаються. Тому існує безліч джерел різного складу, які використовують з метою лікування. Поверхня і освоєний підземний простір міст чинить негативний вплив на

якість ґрунтових вод. Тому висхідні напірні джерела є більш захищеними від забруднення, та їм варто віддавати перевагу під час використання населенням. Каптаж джерел є спорудою для захоплення підземних вод висхідних і низхідних джерел і для зручності водокористування.

4.2 Централізоване та децентралізоване водопостачання

Водопостачання – це забезпечення водою різних водоспоживачів (населених пунктів, промислових підприємств тощо 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, такі 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 регульовальними ємностями;
- магістральні водоводи і водорозподільні мережі, призначені для передачі води до місць її розподілу і

споживання. Магістральні водоводи транспортують основну кількість води від очисних споруд до об'єкта водопостачання, водорозподільні мережі подають воду безпосередньо споживачам, що обслуговуються;

– засоби автоматизації.

Санітарно-захисні зони складаються з 3 поясів:

1 Перший пояс суворого режиму. Вгору за течією 200 м, вниз – 100 м. На акваторії встановлюються попереджувальні буї. Територія повинна бути обгороджена, спланована, перебувати під охороною та озеленена. У межах поясу можуть бути розміщені лише будівлі, пов'язані з експлуатацією водопроводу.

2 Пояс режиму обмеження. Вгору за течією – часом протікання води не менше ніж 3 діб до водозабору, униз – не менше ніж 250 м.

3 Пояс режиму обмеження. Вгору за течією 3–5 км.

Підготовка води. У загальному випадку необхідність очищення води і визначення технологічної схеми встановлюють шляхом порівняння якості води вибраного джерела (дані хімічних і технологічних аналізів) із 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 оброблення. Якщо при цьому можуть бути використані різні методи очищення, то вибір їх проводять на основі техніко-економічних розрахунків. Оброблення води з метою підготовки її для пиття, господарських і виробничих цілей є комплексом фізичних, хімічних і біологічних методів зміни її первісного складу. Під час забору води для господарсько-побутових потреб, очищення здійснюють на водоочисних станціях.

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.

Процеси підготовки води поділяють на такі основні групи:

- поліпшення органолептичних властивостей води (прояснення і знебарвлення, дегазація і дезодорація тощо);
- забезпечення епідеміологічної безпеки (оброблення гіпохлоритом натрію, озонування, ультрафіолетове тощо способи знезараження);
- кондиціювання мінерального складу (фторування, знефторування, знезалізнєння, деманганація, зм'якшення, знесолення).

Спосіб оброблення 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.

Для більшості виробництв вимоги до якості води, що використовується, набагато нижче, ніж до складу води, що підлягає скиданню у водний об'єкт або міську систему водовідведення. Тому, з метою економії водних ресурсів, виробничі стічні води вигідніше направляти на повторне використання у *системах оборотного та послідовного водопостачання*, ніж піддавати очищенню, після якого вода буде задовольняти умовам скидання.

У **системах оборотного водопостачання** вода, використана в одному технологічному процесі, після відповідного оброблення багаторазово використовується для виробничих потреб за умови її якісної відповідності технологічним вимогам. Наприклад, на підприємстві здійснюється санітарне очищення обладнання, автопарку та промислових приміщень, унаслідок чого утворюються стічні води забруднені маслами та зваженими частками. Після застосування відповідного обладнання (відстійників) вода може бути застосована повторно з тією самою метою, але згідно з ГДК скидатись у водойми не може.

У **системах послідовного водопостачання** вода, яка використана в одному технологічному процесі, після оброблення або без нього спрямовується на інший

технологічний процес чи інше виробництво. Яскравим прикладом є використання охолоджувальної води, яка є умовно чистою і несе певну кількість тепла. Після охолодження вона може бути використана повторно або направлена на інший технологічний процес. Але найбільш економічно утилізувати отримане нею від обладнання тепло, направивши воду до системи опалення цеху.

Найбільше поширення одержали зворотні системи у теплообмінних циклах. Вода забирає тепло у теплообмінниках, а потім ця нагріта вода охолоджується у градирнях або бризкальних басейнах. Під час охолодження 2–3 % води випаровується або розбризкується. Крім того, відбувається витікання води з теплообмінної апаратури і тому необхідне підживлення свіжою. Завдяки випаровуванню води підвищується мінералізація і жорсткість, що призводить до відкладення на стінках апаратури карбонатів кальцію і магнію.

Для зниження мінералізації і жорсткості в оборотній системі частину технологічної води (8–10 %) періодично замінюють свіжою. Цей процес називається продувним циклом. У багатьох технологічних процесах створені замкнені системи водопостачання, в яких скидання стічних вод виключене. До складу системи входять споруди для очищення стічних вод. Після чого вода повинна, згідно із складом і властивостями, відповідати вимогам цього технологічного процесу.

4.3 Джерела впливу на водні об'єкти

Якість поверхневих вод визначається двома групами факторів:

- зовнішніми впливами джерел забруднення, алохтонними (тобто забрудненнями, що поступають ззовні – стічні води, забруднені опади тощо);
- внутрішніми процесами, що включають у себе процеси самоочищення з утворенням автохтонних джерел забруднення (тобто породжених у самому водному об'єкті – хімічна

взаємодія речовин з утворенням складних комплексів, осадів, газів).

Зовнішні джерела впливу поділяються за походженням, локалізацією, тривалістю дії, видом носія забруднювальних компонентів і виду забруднення. За походженням джерела забруднення поділяються на природні та антропогенні.

До природних відносяться:

- атмосферні опади;
- гідросферні елементи (озера, притоки, ґрунтові та підземні води, які формують стікання водного об'єкта);
- літосферні елементи (схили русла, що піддаються явищам ерозії і вилуговуванню).

До антропогенних належать:

- промислові (промислові стічні води, води забруднених територій підприємств, звалища промислових відходів);
- комунальні (випускання господарсько-побутових стічних вод, території населених пунктів, звалища побутових відходів);
- сільськогосподарські (орні поля, городи, тваринницькі комплекси);
- транспортні (всі транспортні засоби, автодороги, трубопроводи).

Згідно локалізації джерела впливу на водні об'єкти поділяються на:

- *точкові* – площа контакту джерела впливу істотно менше ніж площі забрудненої зони цього об'єкта (випускання стічних вод із системи водовідведення);
- *лінійні* – площа контакту джерела впливу являє собою лінію (стікання з поверхні водозбору, випуск стічних вод через спеціальні пристрої розсіювання);
- *площинні* – вплив джерела проявляється розосереджено по площі водного об'єкта (акваторії портів, стоянки маломірних моторних суден, місця донного видобутку корисних копалин – піску, гравію, нафти, газу тощо).

Згідно тривалості впливу забруднення бувають:

– *постійними* (забруднення антропогенного походження, які пов'язані з постійною роботою підприємств або комунальних господарств);

– *періодичними* (природні забруднення у вигляді пилку рослин, піску після бурі та інших природних явищ, які носять сезонний характер);

– *епізодичними* (аварійні ситуації на підприємствах або природні катаклізми – виверження вулканів тощо).

Носії забруднювальних речовин – це стічні, інфільтраційні та підземні води, зворотні води зрошення, дренажні води, поверхневе стікання з забрудненої території, атмосферні опади. Джерела впливу на водний об'єкт можуть призводити до його хімічного, фізичного і біологічного забруднення.

Хімічне забруднення – це понаднормовий вміст розчинних речовин у поверхневих водах.

Фізичне забруднення – це теплове та радіоактивне (через радіонукліди) забруднення.

Біологічне забруднення – це надходження патогенних мікроорганізмів, яєць гельмінтів.

Гідрофлорне забруднення – це надходження дрібних водоростей, дріжджових і цвілевих грибів.

Міські стічні води – це зазвичай суміш господарсько-побутових і виробничих вод. Вони підлягають очищенню на міських очисних спорудах. На відміну від промислових стічних вод, господарсько-побутові мають порівняно стабільний склад. Органічні речовини переважають над мінеральними (у співвідношенні 5:1) зі стійким цілорічним температурним режимом (15–20 °C). За наявності міських очисних споруд інформація про кількість і склад міських стічних вод надається у формах державної статистичної звітності очисних споруд.

Основними транспортними джерелами забруднення є наземний і водний транспорт. Від наземного транспорту, забруднювальні речовини потрапляють у водний об'єкт із поверхневим стіканням з території міста. У процесі експлуатації суден у воду надходять феноли, сполуки свинцю, ароматичні

вуглеводні, але основним забруднювальними речовинами є нафтопродукти.

4.4 Система водовідведення

Відходи життєдіяльності людини, вода, використана для побутових і промислових потреб, дощові й талі води з міської території видаляються через систему водовідведення на міські очисні споруди. За відсутності або перевантаження міських очисних споруд – недостатньо очищені або неочищені стічні води, а також дощові й талі води скидаються у водні об'єкти. Система водовідведення або каналізаційна включає такі основні елементи:

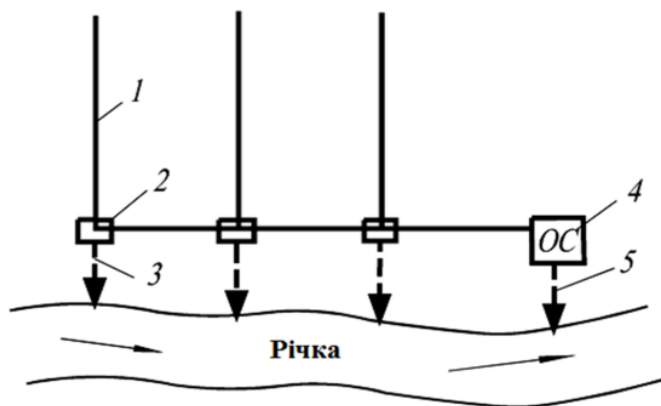
- внутрішні водовідвідні системи у житлових або виробничих приміщеннях;
- внутрішньоквартальні або внутрішньомайданчикові;
- зовнішні водовідвідні мережі;
- регулюючі резервуари;
- насосні станції і напірні трубопроводи;
- очисні споруди;
- випуски очищених стічних вод у водні об'єкти;
- аварійні випуски стічних вод у водні об'єкти.

Водовідвідні системи поділяються на:

- загальносплавні;
- роздільні (повні роздільні, неповні роздільні та напівроздільні);
- комбіновані.

Загальносплавна система водовідведення (рис. 4.1) має одну водовідвідну мережу. Вона призначена для відведення господарсько-побутових, виробничих і дощових стічних вод. Має головний і допоміжні колектори. Відносно довжині головного колектора влаштовуються дощові випуски для безпосереднього скидання у річку частини стікання, що пропускається по системі водовідведення. Їх конструкція така, що скидання води у річку відбувається не раніше, ніж через 30 хвилин після початку інтенсивної зливи. За цей час найбільш

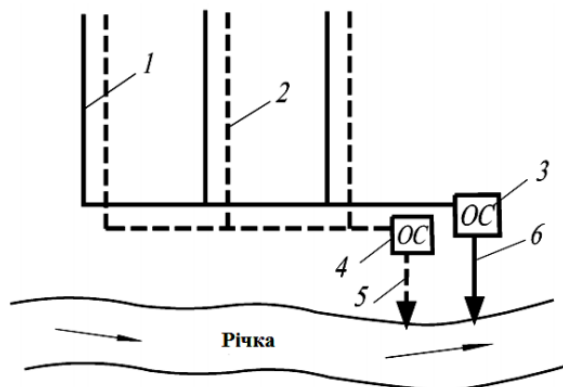
забруднена частина поверхневого стікання надходить на міські очисні споруди, а менш забруднена частина, під час наповнення головного колектора, почне надходити безпосередньо до річки. Застосування загальносплавної системи водовідведення доцільно за наявності в місті повноводної річки.



1 – колектор, що транспортує побутові, промислові і дощові стічні води; 2 – випуск дощових вод; 3 – трубопровід для скидання частини дощового стікання; 4 – очисні споруди; 5 – випуски очищених стічних вод у водоймища

Рисунок 4.1 – Загальносплавна система водовідведення

Повна роздільна система водовідведення має два або більше ніж колекторів, призначених для окремого відведення стічних вод визначеної категорії (рис. 4.2).



1 – колектор, що транспортує побутові та промислові стічні води; 2 – колектор, що транспортує дощові стічні води; 3 – очисні споруди промислово-побутових стічних вод; 4 – очисні споруди дощових стічних вод; 5, 6 – випуски очищених вод у водоймища

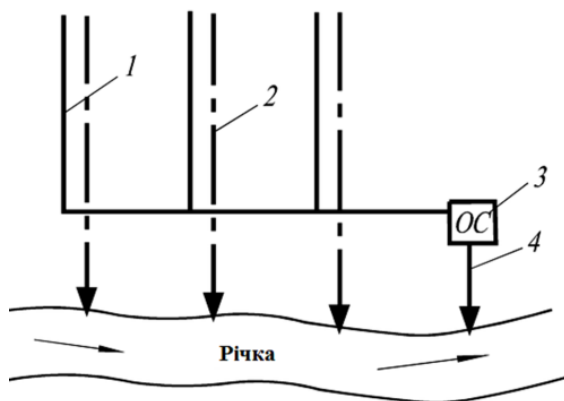
Рисунок 4.2 – Повна роздільна система водовідведення

Господарсько-побутові стічні води відводяться на міську станцію очищення, а виробничі – очищаються на спеціальних очисних спорудах цього підприємства чи групи підприємств.

Після очищення виробничі стічні води можуть бути:

- використані для технічного водопостачання;
- подані для доочищення на міську станцію очищення;
- скинуті у водний об'єкт.

Дощові і талі води по колектору зливової каналізації подаються на міську станцію для очищення, після чого можуть бути використані для технічного водопостачання або скинуті у водний об'єкт. Неповна роздільна система водовідведення (рис. 4.3) передбачає відведення господарсько-побутових і виробничих стічних вод по єдиному колектору.



1 – колектор, що транспортує побутові та промислові стічні води; 2 – відкриті лотки, кювети і канави для відведення дощових вод у водоймища; 3 – очисні споруди; 4 – випускання очищених стічних вод

Рисунок 4.3 – Неповна роздільна система водовідведення

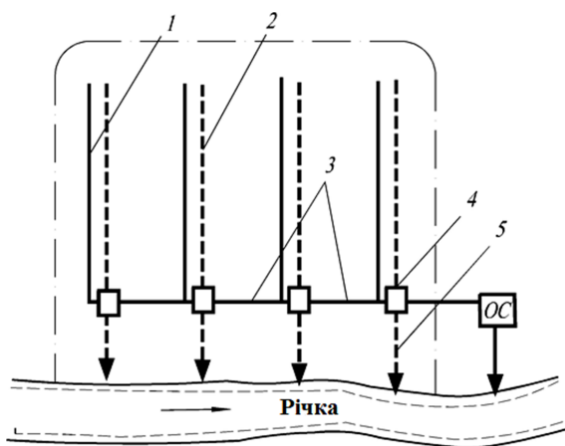
Дощові й талі води відводяться окремо по колекторах, лотках або канавах. Ця система використовується для невеликих об'єктів водовідведення і є першим етапом повної роздільної системи.

Напівроздільна система водовідведення (рис. 4.4) організована таким чином. Суміш господарсько-побутових і виробничих стічних вод відводиться по одному загальному колектору, а дощових вод – по іншому. По трасі водовідведення ці колектори перетинаються. У місцях перетинання влаштовують роздільні камери, за допомогою яких дощове стікання цілком або частково з дощового колектора потрапляє до головного. У разі малих витрат дощових вод вони повністю надходять у головний колектор.

Під час великих дощів у головний колектор надходить лише частина дощового стікання, що протікає по донній частині дощового колектора. Це найбільш забруднена частина стоку, що відводиться з прилеглих територій у початковий період дощу. У наступний період менш забруднена частина дощового стікання через розподільну камеру відводиться у водний об'єкт без

очищення. У суміші з дощовими водами частково скидаються й стічні води.

Комбінована система водовідведення являє собою сукупність загальносплавної системи з повною роздільною. Така система формується у процесі розвитку і реконструкції каналізаційної мережі міста. У старій частині міста може функціонувати загальносплавна система водовідведення, а у районах новобудов створюється повна роздільна система.



1 – вироби́ничо-побутова мережа; 2 – дощова мережа; 3 – загальний (загальносплавний) головний колектор; 4 – роздільні камери; 5 – відведення дощових стоків

Рисунок 4.4 – Напівроздільна система водовідведення

4.5 Загальноміські очисні споруди

Зазвичай на ці очисні споруди надходить суміш виробничих і господарсько-побутових стічних вод. Якщо дозволяє продуктивність, сюди також надходять частково чи повністю дощові й талі води. Повний комплекс включає такі блоки: механічне й біологічне очищення, доочищення, знезараження, оброблення осаду.

Блок механічного очищення:

– Решітки. Призначені для уловлювання значних за розмірами включень, а у разі необхідності – їх дроблення. Уловлені осади вивозять на полігон побутових відходів.

– Пісковловлювачі. Вловлюють до 40–60 % дрібних механічних домішок. Пісок подається на піскові майданчики. Після висихання він може бути використаний для планувальних робіт.

– Преаератор. Шляхом подавання стисненого повітря відбувається насичення стічної води киснем, в якій він повністю відсутній. Це покращує далі процес біохімічного очищення (БХО), а також бульбашки повітря сприяють відділенню нафтопродуктів та інших домішок (флотація), яке відбувається у первинних відстійниках.

– Первинні відстійники. Їх можна назвати також нафтопастками. Ступінь видалення спливаючих домішок 60–80 %. Вони направляються на регенерацію або спалювання.

Блок біологічного очищення:

– Аеротенки. За допомогою активного мулу й кисню у стічній воді відбувається деструкція органічних речовин. Час контакту становить близько 18–20 годин. Температура води повинна бути не нижче ніж 5 і не вище ніж 40 °С. Ступінь деструкції близько 90 %.

– Вторинні відстійники. Відбувається осідання активного мулу після аеротенків. Мікроорганізми активного мулу під час осідання адсорбують дрібні суспензії, що залишилися від пісковловлювачів і первинних відстійників, а 73 також іони важких металів. Ступінь вилучення іонів важких металів від 10 % до 60 %.

Блок знезараження

Після вторинних відстійників очищена стічна вода підлягає хлоруванню. Приготування хлорної води відбувається шляхом розчинення хлору у воді і здійснюється у хлораторній. Дегазація відбувається у каналах на шляху прямування у водний об'єкт. Потрапляння хлору може призвести до загибелі риби. У

деяких країнах застосовують озонування. Обидва методи мають як переваги, так і недоліки.

Блок доочищення

Для надання очищеним водам якостей природної води доочищення здійснюється у каскаді біологічних ставків. Після цього воду можна використовувати для технічного водопостачання або поповнення міських річок.

Блок оброблення осаду:

– Метантенки. Надлишковий активний мул піддається у них зброджуванню. У результаті чого виділяється метан, що використовується у котельних. Режим зброджування може здійснюватись у мезо- і термофільних умовах. Якщо початкова вологість мулу після вторинних відстійників становила 97–98 %, то після зброджування вона становить 92–94 %.

– Аеробна стабілізація. Поворотний активний мул перед подачею до аеротенків піддається аеробній стабілізації. Активний мул упродовж декількох діб піддається посиленій аерації. Водночас він відновлює свою сорбційну здатність і відбувається окислення адсорбованих забруднень.

– Механічне зневоднення. Може здійснюватись у гідроциклонах, центрифугах, вакуум-фільтрах або фільтрпресах. Водночас вологість осаду може бути знижена до 65–70 %. Об'єм, порівняно з сирим осадом вологістю 97–98 %, зменшується в 15–20 разів.

– Мулові майданчики. Це вирівняні ділянки (карти) обваловані невисокими (0,7–1,0 м) дамбами. Тут у природних умовах упродовж року відбувається висушування і компостування мулового осаду. Компост є ефективним органічним добривом. Обмеження до застосування можуть бути пов'язані з наднормативним вмістом сполук важких металів.

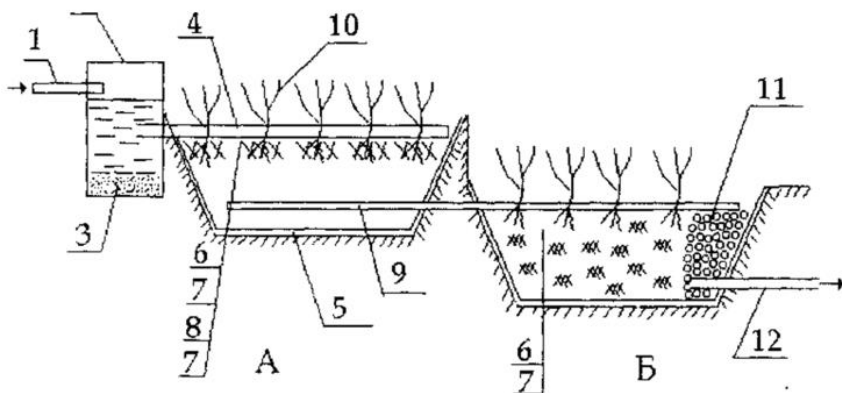
Очищення відносно невеликих витрат стічних вод може бути забезпечене на більш простих за конструкцією спорудах. Принцип їх дії оснований на біохімічному розкладанні речовин мікроорганізмами.

Поля фільтрації. Найбільш прості очисні споруди, на них може здійснюватися очищення порівняно невеликих витрат

стічних вод, що відомі вже більше ніж п'яти століть. Це сплановані площадки з незначним ухилом обваловані дамбами з розміром до 1,5–2,0 га. Їх влаштовують на проникних ґрунтах – пісках, супісках (пісок і 10–20 % глини), легких суглинках (30–40 % піску). На них відбувається механічне очищення, частково фізико-хімічне та біологічне завдяки як водним, так і ґрунтовим мікроорганізмам. Основною перевагою полів фільтрації є простота обладнання та експлуатації. Недоліки їх роботи такі:

- необхідність зайняти значну площу поверхні для будівництва очисної споруди;
- можливе забруднення підземних вод та атмосферного повітря газоподібними продуктами розкладання господарсько-побутових стічних вод;
- запах може поширюватись на відстань до 200 м і більше.

Біоплато. Це більш прогресивний метод природного біологічного очищення (рис. 4.5). Інфільтраційне біоплато (початковий блок) – інженерна споруда, розміщена у котловані глибиною до 2 м, на дні якого, з поліетиленової плівки, вкладений протифільтраційний екран. Поверх екрану вкладають дренаж, шар щебеню, піску, землі. Засаджується очеретом, рогозом та іншими видами вищої водної рослинності (з розрахунку не менше ніж 10–12 стеблин на 1 м²). В очищенні води беруть участь водні (на поверхні) і ґрунтові (у фільтрувальному шарі) мікроорганізми, рослинність і сам фільтрувальний шар. Водна рослинність, крім очисної функції, забезпечує підвищену транспірацію (випаровування) рідини на 10–15 % у літній період. Ця властивість застосовується для підсушування мулових майданчиків, підвищення пропускної здатності та ефективності очищення полів фільтрації.



А – інфільтраційне біоплато; Б – поверхнєве біоплато;
 1 – подавання води на очищення; 2 – відстійник; 3 – осад;
 4 – розподільний трубопровід; 5 – протифільтраційний екран;
 6 – рослинний ґрунт; 7 – пісок; 8 – щебінь; 9 – дренаж;
 10 – вища водна рослинність; 11 – кам'яна кладка; 12 – очищена вода

Рисунок 4.5 – Очисні споруди типу біоплато

4.6 Поверхнєве стікання з міської території й території промислових підприємств

Поверхнєве стікання – істотне джерело забруднення і засмічення водних об'єктів. Поверхнєве стікання включає в себе дощові, снігові та поливомийні води і буває:

- організованим, яке збирається з водозбірної території за допомогою спеціальних лотків і каналів. Потім ця вода надходить до мережі каналізації або безпосередньо у водний об'єкт через випуски зливових вод;
- неорганізованим, тобто стікає у водний об'єкт із рельєфу місцевості.

Основними джерелами забруднення поверхнєвого стікання на міських територіях є:

- сміття з поверхні покриття;
- продукти руйнування дорожніх покриттів;
- продукти ерозії ґрунтових поверхонь;

- викиди речовин до атмосфери промисловими підприємствами, автотранспортом, опалювальними системами;
- протікання нафтопродуктів на поверхні покриттів;
- втрати сипучих і рідких продуктів, сировини, напівфабрикатів на території підприємств або під час транспортування;
- майданчики для збирання побутового сміття.

Найбільш високий рівень забруднення поверхневого стікання спостерігається на територіях: великих торговельних центрів; автомагістралях з інтенсивним рухом транспорту; промислових і автотранспортних підприємств; невідповідних будівельних майданчиків.

Склад поверхневого стікання з території промислових підприємств визначається видом виробництва ефективністю пило- і газозуловлення, транспортуванням сировини і відходів, санітарним станом території тощо (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Орієнтовні узагальнені дані про склад поверхневого стікання з території міста

Показник	Концентрація стічних вод, мг/л		
	Дощові води	Снігові води	Поливомийні води
Зважені речовини	1 000–2 000	2 000–4 000	3 000–5 000
Мінеральні речовини	300	–	–
ХСК	400–600	750–1500	–
БСК5	50–100	100–300	200 БСКпов
Нафтопродукти	10–15	30–40	–

Підприємство зобов'язане зі своєї території прибирати і вивозити сніг. Тоді основним видом поверхневого стікання є дощові води. Залежно від складу речовин у поверхневому дощовому стіканні, з території промислових підприємств, його поділяють на дві групи:

1-ша група. Поверхнєве стікання цих підприємств не містить специфічних речовин із токсичними властивостями і

близьке за складом до дощового стікання з районів житлової забудови. Це підприємства енергетики, чорної металургії (крім коксохімічної), машинобудування, приладобудування, металообробні і нафтопереробні, легка, харчова та електронна промисловість;

2-га група. Поверхнєве стікання містить специфічні речовини (важкі метали, феноли, фтор, миш'як, аміак тощо) та значну кількість органічних сполук. До цієї групи належать усі інші підприємства.

4.7 Формування якості води водних об'єктів

Формування якості води у водному об'єкті можна подати таким чином:

- розчинені та зважені речовини надходять у водний об'єкт із зосереджених або дифузних джерел;
- під впливом гідравлічних чинників (перенесення і перемішування) відбувається кількісний перерозподіл речовин у водному потоці;
- під впливом фізичних, хімічних і біологічних факторів відбувається якісна трансформація речовин.

Трансформація – це результат дії фізичних, хімічних і біологічних процесів. Величина кожного залежить від властивостей домішок і особливостей конкретної екосистеми. Трансформації піддаються не всі речовини:

- **консервативні речовини** – це ті речовини, які не піддаються процесам трансформації;
- **неконсервативні речовини** – піддаються процесам трансформації.

Коефіцієнт (k) неконсервативності, характеризує здатність речовини піддаватися дії фізичної, хімічної та біологічної трансформації. Коефіцієнт неконсервативності є величина, пропорційна швидкості зміни концентрації речовини.

Залежно від його величини всі неконсервативні речовини поділяються на:

- легко окиснювальні, біологічно м'які речовини, $k > 0,13 \text{ доба}^{-1}$;
- важко окиснювальні, біологічно жорсткі речовини, $k \leq 0,025 \text{ доба}^{-1}$;
- проміжні речовини $0,13 \geq k > 0,025$.

Значення коефіцієнта неконсервативності залежить від властивостей речовини, гідродинамічних характеристик потоку і умов зовнішнього середовища. Під час перенесення речовини і тепла потоками природних вод умовно вважають, що наявність домішок не впливає на рух та інтенсивність перемішування води. Характер перенесення речовини потоком залежить від виду руху рідини. А вид руху визначається типом водного об'єкта і його гідравлічними характеристиками.

У водотоках на формування якості води істотно впливає конвективне перенесення. Для водоймищ конвективне перенесення характерне лише за наявності яскраво виражених стокових течій (водосховища, проточні озера). Перебіг процесів всередині водойм визначається **ступенем проточності водойми**.

Кількісною характеристикою ступеня проточності є **час обміну води (τ)** – час, за який відбувається повна заміна водоймища водами приток. Цей умовний час визначає період водообміну за відсутності змішування вод припливів із водою водойми. У реальних умовах відбувається не лише витіснення, а і часткове або повне перемішування води, що надійшла, з водою водойми. Реальні водотоки є безнапірними турбулентними потоками, в яких рух води має нерівномірний, пульсаційний характер.

Це так зване **турбулентне перемішування**. Турбулентне перемішування завжди спрямоване на вирівнювання концентрацій або температури. За своїм результатом воно аналогічне процесу молекулярної дифузії. Тому турбулентне перемішування називають також турбулентною дифузією.

Турбулентна дифузія призводить до перемішування забруднених струменів із суміжними струменями, більш чистими. У результаті відбувається розведення. Розведення діє

однаково як на консервативні, так і на неконсервативні речовини. Інтенсивність і характер перемішування стічних вод з водою водних об'єктів залежить від гідравлічних характеристик водного об'єкта, кількості та способу надходження стічних вод. Найменш ефективний – береговий. Більш ефективний – русловий. Берегові випуски можуть бути затоплені та незатоплені.

Самоочищення – це наслідок здатності до саморегулювання. Водна система здатна протистояти впливу речовин, що надходять із зовнішніх джерел лише у певних межах. В екологічному сенсі самоочищенням є включення цих речовин у біохімічні кругообіги за участі біоти та абіотичних факторів. Кругообіг будь-якого елемента складається з двох основних фондів:

- резервного, що володіє великою масою і повільно змінюється під впливом різних умов;
- обмінного (циркуляційного), що характеризується швидким обміном між організмами і середовищем їх існування.

Усі біохімічні кругообіги можна розділити на два основних типи:

- з резервним фондом в атмосфері;
- з резервним фондом у земній корі.

Фізичні механізми самоочищення:

1 *Газообмін* на межі розділу атмосфера – вода. Завдяки газообміну відбувається надходження речовин у воду з резервного фонду атмосфери і повернення цих речовин у резервний фонд. Інтенсивність і напрямок газообміну визначається відхиленням концентрації газу у воді від концентрації насичення. Концентрація насичення залежить від природи речовини, тиску й температури. У разі концентрації газу у воді вище концентрації насичення – газ випаровується до атмосфери, у разі концентрації газу у воді менше ніж концентрації насичення – газ поглинається водною масою.

2 *Сорбція* – це поглинання домішок зваженими речовинами, донними відкладеннями і поверхнями тіл гідробіонтів. Найбільш енергійно сорбуються колоїдні частки та

органічні речовини, що перебувають у недисоційованому, молекулярному стані.

3 *Осадження і взмучування*. Водні об'єкти завжди містять деяку кількість зважених речовин як органічного, так і неорганічного походження. Під дією сили ваги вони випадають в осад. Зворотний процес називається взмучуванням. Він відбувається під дією вертикальної складової швидкості турбулентного потоку.

4 *Розведення, розчинення і перемішування* забруднень із водою. Ефективне перемішування та зниження концентрацій зважених часток забезпечується швидкою течією річок.

5 *Знезараження* води під впливом ультрафіолетового випромінювання Сонця. Ефект знезаражування досягається прямим згубним впливом ультрафіолетових променів на білкові колоїди і ферменти протоплазми мікробних клітин, а також спорові організми та віруси.

Хімічні механізми самоочищення:

1 *Фотоліз*. Це перетворення молекул речовини під дією сонячного світла. Основними випадками фотолізу є:

- фотохімічна дисоціація – розпад часток на більш прості;
- фотоіонізації – перетворення молекул на іони.

Кількість речовини, що піддається дії фотолізу, залежить від типу речовини та її концентрації у воді. Відносно швидкому фотохімічному розкладанню піддаються гумусні речовини.

2 *Гідроліз* – це реакції іонного обміну між різними речовинами та водою. Це один із провідних факторів хімічного перетворення речовин у водних об'єктах.

Ступінь гідролізу – це відношення гідролізованої частини молекул до загальної концентрації солі. Для більшості солей вона становить кілька відсотків. Зі збільшенням розведення і температури води ступінь гідролізу підвищується. Розщеплення органічних речовин під час гідролізу відбувається найчастіше згідно зв'язку атома вуглецю з іншими атомами.

Біохімічне самоочищення. Самоочищення є наслідком трансформації речовини, що здійснюється гідробіонтами (організми, що населяють водойму). Це основний внесок у

процес самоочищення. До біологічних факторів самоочищення водойми відносяться:

- сукупність безхребетних гідробіонтів-фільтраторів, зоопланктон;
- співтовариства вищих водних рослин (макрофітів), які затримують частину біогенних речовин (азот, фосфор) і забруднювальних речовин, що надходять до екосистеми з прилеглої території;
- бентос, що затримує і поглинає частину біогенів і поллютантів, що мігрують на межі розділу «вода – донні осади»;
- мікроорганізми, сорбовані на завислих частках, що переміщуються щодо водної маси внаслідок гравітаційного осідання часток під дією сил тяжіння;
- водорості та фітопланктон.

4.8 Технології захисту водних об'єктів

Технологія захисту і відновлення водотоків. В основі лежить цілеспрямована зміна гідрологічних умов:

1 Швидкість течії. Це один із головних екологічних факторів у водотоках. Вона впливає на всі біотичні компоненти водної екосистеми, планктон тощо. Цей вплив має пряму (механічний вплив течії на гідробіонтів) і непряму дію (змінюються фізичні й хімічні умови, наприклад, швидкість атмосферної аерації, перемішування, каламутність). Чим більше ніж швидкість, тим менше ніж прозорість води, а це впливає на тепловий режим і режим відтворення. Від неї залежить швидкість зростання різних біотичних співтовариств. Для кожного виду водоростей існує швидкість течії, що лімітує, за якої розвиток водоростей сповільнюється. За критичної швидкості течії водорості стримують свій розвиток і можуть загинути.

2 Форма перерізу русла. Змінюючи форму, ми можемо змінювати швидкість течії, а це створює умови для перемішування шарів: верхнього, (відбувається продукція), з

нижніми (переважає деструкція). Отже, ми створюємо їх необхідне співвідношення.

3 Штучне облицювання. За штучного облицювання берегових укосів русла у межах міста, велике значення має облицювальний матеріал. Наприклад, облицювання бетоном або щебенем призводить до їх посиленого обростання і, як наслідок до вторинного забруднення завдяки збільшенню продукції органічної речовини.

Технології для захисту й відновлення водойм. Останніми роками відмічено погіршення якості води основних джерел централізованого водопостачання, що обумовлене незадовільною водогосподарською діяльністю, забрудненням річкового стікання і підземних водоносних горизонтів органічними сполуками, фенолами, нітратами, нафтопродуктами, патогенними мікроорганізмами. Найважливішою проблемою є евтрофікування, тому більшість захисних технологій спрямовані на протидію цьому процесу.

Вони називаються технологіями деєвтрофікування і спрямовані на зниження рівня трофності водойм.

1 Видалення донних відкладень. Вміст біогенних елементів у донних відкладеннях зазвичай збільшується від нижніх шарів до верхніх.

2 Екранування донних відкладень. Створює фізичний бар'єр на межі розділу «вода – донні відкладення». Як екран можуть використовуватися пластикові плівки, пісок, глина.

3 Хімічне оброблення. Основане на використанні речовин, що сприяють осадженню біогенних елементів або перетворенню їх у менш доступну для мікроорганізмів форму.

4 Зміна умов середовища проживання. В основі цих технологій зазвичай лежить затемнення, це призводить до зниження первинної продукції органічної речовини.

Існують різні технології затемнення:

- використання спеціальних барвників, що вибірково пропускають сонячне світло;
- світлонепроникні плаваючі покриття;
- посадка високих дерев у берегів.

Запитання для самоконтролю

1 Якими водними об'єктами представлене водне середовище міста?

2 Зазначте джерела забруднення водних об'єктів міста.

3 Опишіть процеси, пов'язані з антропогенною дією на підземні води в містах.

4 Як класифікують споживачів води?

5 Що розуміють під якістю води? Наведіть основні групи показників якості води.

6 Які вимоги ставляться до якості господарсько-питної води?

7 Що називається водопостачанням?

8 Наведіть класифікацію систем водопостачання.

9 Поясніть загальну схему водопостачання міста.

10 Наведіть класифікацію системи водопостачання промислових підприємств.

11 Охарактеризуйте процеси підготовки питної води.

12 Наведіть категорії стічних вод.

13 Яким чином утворюються атмосферні стічні води?

14 Які методи очищення міських стічних вод використовують?

15 З якою метою організовують відведення поверхневого стоку з території міста?

16 Які заходи використовують для охорони поверхневих і підземних вод?

Тема 5 Геологічне середовище міста

5.1 Антропогенний вплив та забруднення ґрунтового покриву міст.

5.2 Небезпечні геологічні процеси та захист від них.

5.3 Інженерний благоустрій міських територій.

5.4 Підземний простір міст.

5.1 Антропогенний вплив та забруднення ґрунтового покриву міст

Антропогенний вплив на компоненти геологічного середовища міст виявляється у таких аспектах:

- зростанні інтенсивності вивітрювання завдяки зміні складу атмосферного повітря (випадіння кислотних дощів і кислотних рос);

- зміні рівня ґрунтових вод та їх складу, що призводить до зміни властивостей порід несучої основи;

- зміні складу літогенної основи міських територій завдяки відсипанню і наміванню техногенних відкладів й аерозольних випадань з атмосфери;

- зміні характеристик фізичних полів у межах міських агломерацій.

Техногенний вплив надає геологічному середовищу додаткову кількість енергії через статичні (вага споруд), динамічні (вібрація), температурні та електричні поля.

Вплив вібраційного поля на літогенну основу міського середовища є різним залежно від типу порід, на які впливає вібрація. Скельні та напівскельні ґрунти з пружними властивостями передають вібрацію від джерела до об'єкта впливу без значного поглинання енергії коливань. За вібраційного впливу на дисперсні породи найчастіше відбуваються необоротні зміни їх структури, наслідком чого є зменшення міцності, нерівномірне ущільнення тощо. У разі нахилу масиву порід та прояву таких геологічних процесів, як зсуви, обвали, карст, пливунні явища, вплив вібрації може

викликати переміщення порід і тим самим значно підсилити інтенсивність і негативні наслідки цих явищ. Основним джерелом вібрації щодо літогенної основи території та інженерних об'єктів, які перебувають у ній, є транспортні магістралі.

Теплове забруднення геологічного середовища у містах являє собою підвищення його температури відносно природних значень. На території великого міста порушення температурного режиму може спостерігатися до глибини 100–150 м і більше ніж. Водночас на горизонтах 10–30 м спостерігається тенденція до розширення за площею геотермічних аномалій із підвищенням на 2–6 °C фонових значень температури гірських порід і підземних вод. Під впливом надлишкового тепла може відбуватися локальне просушування порід зі зміною їх міцності. З підвищенням температури ґрунтових вод зростає швидкість хімічних реакцій у зоні їх контакту з матеріалами підземних споруд.

Встановлено, що швидкість корозії будівельних марок сталі лінійно зростає у разі зміни температури від 0 °C до 80 °C. Збільшення температури порід і підземних вод активізує діяльність мікроорганізмів, які чинять біокорозію. Найбільш поширеними джерелами теплового забруднення геологічного середовища міських територій є магістральні теплопроводи і мережі гарячого водопостачання, які все частіше виносять на поверхню для зменшення впливу на ґрунти.

Внутрішнє опромінення найчастіше пов'язане з надходженням через органи дихання газу радону, що є продуктом радіоактивного перетворення елементів уранового ланцюга. Цей газ має здатність вивільнятися з порід, проникати через отвори у підлозі та стінах, через стики елементів конструкцій у приміщення і накопичуватися на перших поверххах будинків. Безпосереднім джерелом виділення радону є Радій-226. Особливо високий вміст радію може спостерігатися у деяких різновидах гранітів, а з осадових порід – у глинистих сланцях, збагачених органічною речовиною. В Україні райони з підвищеним радоновиділенням розміщені в основному на

території Українського кристалічного щита і північно-західної частини Донецького басейну.

На урбанізованих територіях, порівняно з природними, антропогенний фактор ґрунтоутворення можна вважати переважаючим. **Міський ґрунт (урбанозем)** – це будь-який ґрунт, що функціонує у міському навколишньому середовищі, але деякі вчені вважають, що він перетворюється антропогенно. Якщо дивитися на переріз міських ґрунтів, то можна виділити відсутність виражених горизонтів, підвищену густину і знижену пористість, мозаїчний характер формування, новоутворення і включення – сміття.

Упродовж 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 значною мірою посилило і **антропогенний літогенез** – геологічний процес формування антропогенних відкладень – багатогранний і багатфакторний процес, пов'язаний з найрізноманітнішими видами життєдіяльності людини.

Антропогенний літогенез за сумарним об'ємом і швидкістю накопичення відкладень співставний з природними літогенетичними процесами, а за деякими показниками перевершує їх. У результаті розвитку гірничої справи, індустріалізації, урбанізації, зростання крупних промисловоміських агломерацій посилився процес накопичення антропогенних (техногенних) утворень. Щорічно з надр Землі вилучаються величезні маси ґрунтів (до 6 км³), які перерозподіляються на її поверхні. Щорічно нагромаджуються мільярди тон різних промислових, господарських і побутових відходів – лише одного шлаку за останні десятиріччя скопилося близько 20 млрд тон.

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 та 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.

Види ґрунтів міста поділяються на: природні (парки, сквери), урбанізовані або антропогенно-завантаженні. Під впливом антропогенних факторів територія міста змінюється, що призводить до зміни ландшафту, рослинного покриву і взагалі на території міста відбуваються швидкі процеси зміни довкілля – це субцесія (зникнення ярів, балок, озер, поява нових водойм, ярів, балок).

Літоземи – це ґрунти, які сформувалися на породних відвалах без нанесення на поверхню родючого ґрунту або потенційно родючих ґрунтоутворних порід (лесів, лесованих суглинків, супісків тощо).

Літоземи глиноморфні формуються на відвалах, складених однією із місцевих глин (сарматських, бурих, червоно-бурих тощо) і не покриті родючим шаром ґрунту, або потенційно родючих порід.

Літоземи гетерогенні формуються на відвалах, складених хаотично із суміші різних розкритих порід, зокрема материнських і підстилаючих.

Літогідроземи формуються на відпрацьованих гідровідвалах, які являють собою відстояну і висохлу пульпу родючого шару зональних ґрунтів і четвертинних відкладів (лесів, лесоподібних суглинків, супісків тощо), розмитих гідромоніторами і перепомпованих у гідровідвал.

Техноземи формуються під час гірничотехнічної рекультивациі, тому їх можна моделювати з урахуванням наявності родючого ґрунту, потенційно родючих четвертинних відкладів і гірських порід.

Хемоземи – це ґрунти, які формуються в післяексплуатаційних хвостосховищах і золовідвалах.

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

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

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.

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. Під час неправильних методів видалення твердих побутових відходів у ґрунті розмножуються мікроорганізми, які можуть бути збудниками багатьох інфекційних хвороб. Продукти забруднення із ґрунту потрапляють у поверхневі та 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 насамперед на території селітебних і рекреаційних зон.

5.2 Небезпечні геологічні процеси та захист від них

Активна господарська діяльність призводить до інтенсифікації екзогенних геологічних процесів, іноді їх називають техногенними або інженерно-геологічними. Геологічні та інженерно-геологічні процеси, які впливають на території, господарські й промислові об'єкти, життєдіяльність людей, називають **небезпечними геологічними процесами** (НГП).

Ендогенними небезпечними геологічними процесами на територіях міських ландшафтів є виверження вулканів та землетруси. **Землетруси** – короткочасні коливання земної кори, пов'язані зі стрибкоподібним вивільненням енергії в деякому просторі усередині Землі. Під час сильних землетрусів у їх вогнищі (гіпоцентрі) виділяється енергія до 1018 Дж. На поверхні Землі, особливо в області епіцентру, який розміщений над гіпоцентром, виникають тріщини довжиною до декількох кілометрів, шириною до декількох метрів і глибиною до 10 м, провали, які поглинають будівлі і людей. Землетруси часто стимулюють розвиток зсувів, обвалів, повеней, цунамі.

Одним із найбільш поширених небезпечних процесів на території міських агломерацій є зсуви. **Зсув** – рух мас порід уздовж природного схилу або штучного укосу під впливом сили ваги. Тіло зсуву являє собою сповзаючу схилом масу породи, обмежену знизу поверхнею ковзання. Поверхня тіла зсуву звичайно нерівна, з локальними зниженнями і одним або декількома терасовидними уступами. У місці відриву тіла зсуву утворюється форма рельєфу, яку називають цирком зсуву. У нижній частині тіла зсуву спостерігається підвищення. За формою, об'ємом, типом, швидкістю руху та іншими ознаками зсуви дуже різноманітні. Об'єм зсувів може змінюватися від десятків до сотень тисяч кубічних метрів, швидкість руху – від міліметрів у тиждень до десятків кілометрів на 1 годину. Крім діючих зсувів, виділяють завмерлі, рух яких упродовж тривалого часу геодезичними методами не фіксується. Причиною сходження зсуву є порушення рівноваги схилу.

Фактори, які викликають утворення зсуву, можна розділити на природні та антропогенні.

До природних факторів належать: ослаблення міцності порід, які складають схил, внаслідок перезволоження атмосферними опадами і вивітрювання, збільшення крутості схилу внаслідок підмивання його водою, сейсмічні поштовхи.

До антропогенних факторів належать: перезволоження порід завдяки витоків, підтоплення або поливу території, підрізування схилів під час прокладання доріг, трубопроводів або розроблення кар'єрів, додаткове навантаження на схил внаслідок його забудови, вібраційний вплив транспортних засобів або вибухів.

Зсуви часто є причиною утворення грязьових потоків – селів. **Селі** – водні потоки, насичені твердим матеріалом. Формуються найчастіше під час зливових опадів і сніготанення у горбкуватих або гірських районах за наявності великої кількості пухкого, вивіреного матеріалу. Селі мають значні швидкості руху й велику руйнівну силу. Утворення селів часто провокується наявністю техногенних відкладень.

Захист від зсувів, обвалів може бути активним і пасивним. До активного захисту належать інженерні та управлінські рішення. Інженерні рішення – це:

- зміна рельєфу схилу з метою підвищення його стійкості;
- регулювання стікання поверхневих вод за допомогою системи поверхневого водовідведення; запобігання інфільтрації води у ґрунти і підстилаючи породи, протиерозійні заходи;
- штучне пониження рівня підземних вод;
- агролісомеліорація;
- закріплення пухких і тріщинуватих порід на схилах;
- будівництво споруд, що утримують схил.

Управлінські рішення – це:

- встановлення охоронних зон;
- обмеження чи заборона руху транспорту тощо.

Пасивний захист:

- пристосування будівель до обтікання їх зсувами;
- улаштування уловлювальних споруд.

Існують також протисуфозійні засоби, а саме:

- улаштування водонепроникних порід у місці виходу фільтраційного потоку;
- дренажі для пониження рівня ґрунтових вод;
- зворотні фільтри між шарами високо- та дрібнозернистого матеріалу;
- фільтраційні завіси для збільшення шляху фільтрації.

До протикарстових заходів належать:

- заповнення карстових порожнин;
- створення штучного водопору і протифільтраційних завіс, водопониження та регулювання режиму підземних вод;
- організація відведення поверхневого стоку;
- улаштування основ будівель і споруд нижче зони небезпеки карстових проявів.

Захист протиселевий – це побудова гребель, каналів, селеспусків, мостів.

На території міст України поширене таке явище, як **підтоплення**. До підтоплених міських територій відносять такі, на яких рівень ґрунтових вод розміщений вище 2,5 м від відмітки рівня землі.

На території зелених насаджень відповідно до санітарних норм допускається підвищення рівня ґрунтових вод до 1 м від поверхні. Підтоплення, залежно від природних умов і складу порід, які складають територію міської агломерації, відбувається по-різному. В одному випадку може відбуватися підвищення рівня ґрунтових вод, в іншому – формування техногенної верховодки або техногенного водоносного горизонту. Поряд зі зміною рівня ґрунтових вод відбувається зміна їх складу. Внаслідок обводнювання знижується несуча здатність порід основи споруд, руйнуються матеріали підземних комунікацій і конструкцій, забруднюються, у результаті витоків з каналізації, ґрунтові води.

Основними причинами розвитку підтоплення у містах України є:

- зміна умов поверхневого стікання, зокрема створення водоймищ;

- засипання природних дренажів (ярів, балок, стариць);
- недостатній розвиток мережі зливової каналізації та її незадовільний стан;
- розвиток мереж водопостачання без відповідного будівництва системи водовідведення;
- витікання з мереж водопроводу й каналізації та аварії на них;
- вплив дорожніх насипів, колекторів великого діаметра і тунелів метрополітену.

Затоплення, тобто утворення вільної поверхні води над земною поверхнею, є одним із найбільш поширених природних процесів, пов'язаних з виходом рік з берегів. Воно спричиняє значні матеріальні збитки і супроводжується людськими жертвами. Затоплення на урбанізованих територіях характеризується рівнем підйому води і частотою повторюваності. Ці характеристики перебувають у прямій залежності від площі з водонепроникним покриттям (забудова, асфальт тощо) і від об'єму зливого стоку.

Захист проти підтоплення – це організація рельєфу, водостоків, дренажів, які на підтоплених територіях часто застосовуються разом із підвищенням відміток території завдяки штучному насипному чи наливному рельєфу.

Ерозія ґрунтів на території міст розвивається під впливом зосередженого поверхневого стікання, а іноді в результаті витоків із водоносних комунікацій. Найбільш інтенсивно ерозія ґрунтів відбувається під час будівельних робіт внаслідок розпушення і вилучення ґрунтів. Інтенсивність ерозії в період будівництва у 10 разів вища, ніж на землях сільськогосподарського використання. Вміст зважених часток у водних потоках на території будівництва підвищується у десятки разів.

Річкова ерозія є результатом впливу водного потоку на русло і полягає у розмиванні, транспортуванні та акумуляції наносів. Ерозійний вплив річки залежить від витрати і швидкості потоку, петрографічного складу порід, у яких ріка прокладає русло. Найбільша інтенсивність ерозії спостерігається

під час високої витрати річки і низької стійкості порід до розмивання, у яких сформоване русло. У результаті ерозії виникає загроза для споруд, розмішених на берегах, що підмиваються. Відкладення наносів у річці призводить до її обміління, перешкоджає судноплавству, підсилює загрозу підтоплення прилеглих територій. Регулювання річкового стікання у межах міських територій дозволяє знизити негативний вплив цих процесів.

Карстоутворенням називають складний геологічний процес, основним компонентом якого є вилужування розчинних гірських порід підземними і поверхневими водами з утворенням значних порожнеч у породах (лійок, печер тощо), винесення дисперсних часток з відкладень, а також осідання і обвалення покрівлі. Тому частіше це явище визначають як комплекс карстово-суфозійних процесів. За формою прояву розрізняють поверхневий (відкритий) карст, характерним прикладом якого є Кримська Яйла і підземний (прихований) карст.

На територіях міських агломерацій розвитку карсту сприяє формування значних за розмірами депресійних воронок у районах водозаборів, а також у районах розробок корисних копалин, де спостерігаються осідання і провали поверхні. Антропогенна активізація сульфатного карсту створює загрозу забудові південно-західної частини Львова, яка становить до 30 % території міста. Просідання поверхні характерні для зон залягання лесовидних порід (за складом належать до суглинків і супісків). На сучасному етапі розвитку міст України різко збільшилася площа забудови на лесовидних породах. Здатність цих відкладень до просідання під час замочування обумовлює специфіку будівництва на цих ділянках.

Для міст, розмішених на берегах морів, водоймищ, озер, серйозну проблему являє **перероблення берегів** і руйнування споруд у прибережній смузі. Обвалення берегів відбувається у результаті хвильового впливу. Вітрові хвилі з'являються внаслідок сил тертя між повітряним потоком і поверхнею води. Приливні хвилі мають невелику енергію розмиву, але висота

припливу сягає у деяких місцях 10 м і більше ніж, а отже, може бути значною загрозою для споруд.

Абразія – процес руйнування гірських порід хвилями і течіями у береговій зоні моря, озера або водоймища. У результаті виносу абразійного матеріалу утворюються високі і круті абразійні береги. Інтенсивність абразії обумовлена контуром берегової лінії, петрографічним складом порід, які складають берег, умовою їх залягання, руйнівною силою хвилі, кутом нахилу шельфу. У деяких місцях серйозну роль в абразійних процесах відіграє антропогенний фактор. Береги, складені вапняками, конгломератами, є відносно стійкими до абразії, особливо під час падіння шарів вбік моря. Берегові глинисті відкладення не лише розмиваються, а і сповзають униз у разі перезволоження.

Абразійні форми рельєфу розвиваються також на незакріплених ділянках узбережжя Дніпровського каскаду водоймищ. На пологих берегах через наближення до надводної частини берега хвиля деформується, розпластується, внаслідок чого втрачає енергію, а сила удару зменшується. Відкат хвилі відбувається повільно, маса води гальмує наступну хвилю. Будівництво у смузі пляжу або зрізання частини його під час будівельних робіт може призвести до порушення динамічної рівноваги «море–берег», збільшення розмиву берега в одних місцях і нагромадження наносів в інших.

5.3 Інженерний благоустрій міських територій

У багатьох випадках напрямок територіального розвитку міст, вибір розміщення будівництва на нових ділянках, темпи освоєння територій визначаються складністю інженерно-геологічного стану території міста. Водночас вимоги підвищення ефективності використання територіальних ресурсів міста призводять до необхідності освоєння земель у міських межах, які майже не використовуються. Інженерна підготовка території включає заходи, які необхідні для освоєння цієї території, підготовки її під забудову та інженерний благоустрій.

Сучасні прогресивні способи і методи перетворення територій дозволяють проводити ефективні роботи з освоєння майже всіх територій, водночас настає завдання не лише технічне (підготовка території для того чи іншого господарського використання), а й екологічне – відновлення продуктивності ландшафту і його естетичних властивостей.

Екологічна організація рельєфу міста. Впродовж останнього сторіччя головним завданням інженерів-будівельників у всіх країнах світу залишалося проєктування і спорудження об'єктів, що входять у середовище існування людини, з метою його постійного покращання і вдосконалення, до якого сьогодні додається завдання збереження його позитивних якостей і формування доцільної територіальної структури міського ландшафту. Для вирішення цього завдання на території міста зазвичай ведуться дослідження щодо виявлення територій, несприятливих для будівництва. В цьому разі дослідження рельєфу проводять з урахуванням вимог для: забудови, транспортних сполучень, організації стоку зливових вод і каналізації. Для житлового будівництва важливе також екологічне оцінювання рельєфу – наприклад, замкнені 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 оцінювання інженерних властивостей рельєфу і рельєфотворних процесів; оцінювання взаємозв'язків між рельєфом і інженерними спорудами (оцінювання 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: оцінювання 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 та оцінювання техногенного перетворення рельєфу (морфолітосистеми) під час створення комфортних умов у місті; метою цього аналізу є прогноз розвитку рельєфу і рельєфотворних процесів на території міста, рекомендації з організації рельєфу, збереження ландшафтного вигляду міста, контролю за станом міської геоекосистеми та обґрунтування системи моніторингу.

Підготовка міських територій під забудову. Основні заходи інженерної підготовки міських територій – це вертикальне планування та організація стоку поверхневих вод, захист територій від затоплення і підтоплення, боротьба з яроутворенням тощо. На сьогодні достатньо важливе значення набули питання рекультивації територій, порушених у результаті виробничої діяльності. Об'єми земельних робіт під час перетворення існуючої поверхні залежать від складності рельєфу, наявності й площі незручних для забудови територій і, значною мірою, від планувального вирішення як міста в цілому, так і окремих його елементів.

Основні принципи архітектурної реабілітації міського середовища, що містить порушені території, такі:

- 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 основі взаємодії компонентів міського середовища;

- підвищення рівня гармонізації міського середовища шляхом формування його самобутнього вигляду через використання містобудівного потенціалу порушених територій.

Під час розроблення корисних копалин і будівництва промислових комплексів порушується рослинний і ґрунтовий покрив, літологічний розріз товщі та гідрогеологічний режим, змінюються рельєф і тваринний світ, забруднюються поверхневі води й атмосферне повітря. Після завершення будівництва або відпрацювання ділянки родовища, проводять рекультивацію земель, тобто комплекс робіт, направлених на відновлення їх продуктивності та покращання умов довкілля. 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. Рекультивація земель є завершальним етапом тих виробничих процесів, які призводять до порушення ґрунтового покриття або літогенної основи території. Складання проєктів рекультивації проводять одночасно з проєктуванням основного виробничого об'єкта з врахуванням усього комплексу природних, господарських, економічних, соціальних і санітарно-гігієнічних чинників. Вони визначають вибір напрямку рекультиваційних робіт, наприклад, рекреаційного (створення зон відпочинку і спорту з парками, водойми для оздоровчих цілей, туристичних баз і ін.), водогосподарського, будівельного тощо.

Збереження ґрунтового шару під час інженерно-будівельної діяльності. Необхідною умовою створення в місті сприятливого середовища проживання людини з достатньою кількістю зелених насаджень є дбайливе ставлення до родючого

шару ґрунту. Інтенсивна інженерно-будівельна діяльність у межах міської агломерації включає великий об'єм земляних робіт (прокладання доріг, комунікацій, риття котлованів під фундаменти, меліоративні роботи тощо), під час виконання яких руйнується ґрунтовий шар. Для його збереження проводять обов'язкове зняття родючого й потенційно родючого шару ґрунту окремо від підстилаючих шарів на всіх категоріях земель. Потужність шару ґрунту, що знімається, визначається рівнем родючості малопродуктивних угідь у цьому районі. Якщо знятий родючий шар не використовується одразу ж для рекультиваційних робіт, проводять його селективне складування у вигляді буртів, укоси і поверхню яких під час тривалого зберігання (терміном більше ніж двох років) засівають травами.

5.4 Підземний простір міст

Сучасні проблеми містобудування – дефіцит міських територій, скупчення на дорогах транспортних засобів, відсутність у необхідному обсязі місць паркування, нездатність міської інфраструктури впоратися з постійно зростаючими навантаженнями і погіршення екологічної ситуації. Як показує світова практика, найбільш ефективним методом для розміщення об'єктів транспортної та інженерної інфраструктури, торгівлі й побутового обслуговування є використання підземного простору. Використання підземного простору міст має багатовікову історію. Під землею розміщували оборонні та культові спорудження, галереї таємних переходів, сховища і житло. У минулому столітті під землею розміщували об'єкти промисловості, що вимагали захисту від сторонніх впливів або навпаки негативно впливали на довкілля, об'єкти технічного, побутового, складського і спеціального призначення, а також деякі лікувальні заклади.

Підземними зазвичай називають такі споруди, головні частини яких, згідно експлуатаційних міркувань, розміщені під землею. За широкого використання підземного простору:

- зберігається архітектурно-просторовий вигляд міста, історична забудова;
- з'являється можливість будівництва об'єктів обслуговування населення в умовах обмеженої міської забудови;
- забезпечується збереження та відновлення зелених зон, унікальних об'єктів ландшафтної архітектури і місць відпочинку, розвиток міських інженерних систем, покращання транспортного обслуговування, підвищення безпеки руху;
- покращується екологічна ситуація в міському середовищі.

Запитання для самоконтролю

- 1 Розкрийте значення геологічного середовища міста.
- 2 Які геоекологічні процеси, що відбуваються в міських екосистемах, є провідними в умовах великих 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 у міському середовищі під впливом антропогенезу.
- 8 Назвіть небезпечні геологічні процеси в 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?

Тема 6 Експлуатаційні системи міського господарства

6.1 Система громадських центрів, установ і підприємств обслуговування.

6.2 Забудова та благоустрій житлових кварталів.

6.3 Вулично-дорожня мережа.

6.4 Класифікація міських вулиць і доріг.

6.5 Транспортні вузли. Дорожньо-транспортні споруди.

6.6 Транспортна класифікація міст та класифікація міського транспорту.

6.7 Озеленення міст та створення рекреаційних зон.

6.1 Система громадських центрів, установ і підприємств обслуговування

У житлових районах сучасного міста окрім житлових мікрорайонів, парків і садів розміщуються адміністративно-господарські, культурні й торговельні центри. Залежно від місцеположення житлового району в місті такі центри можуть бути загальноміського значення, якщо вони розміщуються в центральній частині міста, і районного значення за периферійного положення житлового району.

За своїм характером і складом центри житлових районів можуть бути комплексними, що об'єднують адміністративно-господарські, культурно-побутові установи і підприємства, універсальні й спеціалізовані магазини, або спеціалізованими з розміщенням у них установ і підприємств певного виду обслуговування. Планувальна композиція комплексних загальноміських центрів визначається містобудівним профілем і величиною міста, місцевими природними умовами і вже сформованою планувальною ситуацією.

Згідно з ДБН 360-92** у межах основних структурно-планувальних елементів міста потрібно передбачати території для розміщення об'єктів і установ культурно-побутового обслуговування населення. Місця їхньої концентрації формуються як громадські центри різних рівнів. Кількість,

склад, розміщення громадських центрів у плані міста беруться з урахуванням його розміру, функціонально-планувальної структури, історичних особливостей формування міського плану, ландшафтно-природних особливостей, а також ролі міста у системі розселення.

Загальноміський центр потрібно розглядати як просторову систему, до складу якої, крім центрального ядра і прилеглої центральної зони, входять взаємозв'язані з ним центри найбільш великих планувальних районів, зон або інших структурно-планувальних елементів. Під час визначення площі громадських територій загальноміського центру і його ядра потрібно орієнтуватися на питомий показник $5\text{--}8\text{ м}^2/\text{люд.}$, виходячи із перспективної кількості населення міста. До складу загальноміського центру можуть входити функціональні об'єкти науково-виробничої діяльності, охорони здоров'я, за винятком лікарень, диспансерів та інших установ, які потребують розміщення в окремих зонах.

Найважливіші в архітектурно-планувальному відношенні монофункціональні комплекси (центри) формуються важливими установами і відповідними будинками та спорудами. Спеціалізовані центри, які створюються на основі спортивних, рекреаційно-оздоровчих, лікувальних, навчально-наукових, науково-виробничих та інших установ і об'єктів, що не потребують великих територій, можуть формуватися в будь-якому планувальному районі (зоні) міста. Ті з них, які для свого розвитку потребують великих майданчиків, потрібно розміщувати у периферійних планувальних районах (зонах), на в'їздах у місто та у приміській зоні.

Важлива проблема у значних і найзначніших містах – організація транспортного обслуговування центрів. Вона вирішується шляхом створення складної системи з великими багатоповерховими будівлями і підземними багатоярусними спорудами, до складу яких входять торговельні, складські та інші обслуговувальні підприємства, лінії метрополітену, швидкісні автомобільні дороги, транспортні магістралі для громадського транспорту, під'їзди місцевого і службового

призначення, автостоянки тощо У цьому відношенні є цікавим досвід гаражного будівництва у містах Швейцарії, де спорудження нових великих наземних гаражів у перевантажених транспортом центрах є складною проблемою. У центральних частинах міст використовуються, навіть, невеликі земельні ділянки для будівництва підземних гаражів на 70–200 місць.

У формуванні планувальної структури міста істотну роль відіграють адміністративно-громадські установи й установи КПО населення. За спеціалізацією система міських установ і підприємств КПО поділяється на:

- адміністративно-господарські й громадські;
- культурно-просвітницькі;
- навчальні заклади;
- дитячі садки та ясла;
- спортивні споруди;
- установи охорони здоров'я;
- торговельні, громадського харчування і побутового обслуговування;
- комунальні підприємства.

Нормування обслуговувальних підприємств здійснюється, виходячи з принципу повноцінного обслуговування усіх районів міста (не розрізняючи центральні й периферійні райони). Під час розроблення генеральних планів міст визначають потреби в земельних ділянках для обслуговувальних установ й підприємств, що розміщуються в окремих будівлях. Залежно від величини міста деякі адміністративно-господарські й громадські установи можуть бути об'єднані в одній будівлі для здобуття найбільшого містобудівного ефекту від споруджуваних будівель. Розміщення установ цієї групи здійснюється залежно від їхнього значення в житті міста в загальноміському центрі або в районних центрах.

6.2 Забудова і благоустрій житлових кварталів

Залежно від взаємного розміщення будинків і їх розміщення відносно червоних ліній розрізняють такі прийоми забудови кварталів: периметральна, групова, рядкова, комбінована, лінійна, стрічкова, біоструктурна, терасна, точкова.

Периметральна забудова характеризується розміщенням будинків уздовж червоних ліній вулиць, що обмежують квартал. Цей прийом відрізняється найбільшою простотою в архітектурному відношенні, але має ряд недоліків: відсутність зв'язку внутрішніх квартальних просторів із простором вулиці, вимушену несприятливу орієнтацію житлових приміщень за сторонами світу, погану провітрюваність кварталів у разі невеликих розмірів.

Групова забудова використовується за значних розмірів кварталу і мікрорайону (10–12 га і більше) і характеризується розміщенням житлових будинків окремими групами з утворенням порівняно невеликих внутрішніх дворів-садів. Вона має істотну перевагу перед суцільною периметральною забудовою. Внутрішні квартальні простори з розміщеними в них будинками і зеленими насадженнями включають в загальне архітектурно-просторове рішення вулиці, що сприяє більшій виразності й різноманітності її обрису, значно поліпшує провітрюваність кварталу. Для провітрювання окремих дворів-садів створюють розриви між будинками, що входять до групи.

Рядкова забудова характеризується розміщенням будинків паралельними рядами – рядками незалежно від напрямку вулиць (часто будинки обернені торцями до транспортної магістралі). Рядкова забудова виникла із прагнення поставити всі житлові будинки в однакові умови щодо інсоляції, провітрювання і взаємозв'язку з внутрішніми квартальними просторами та з транспортними магістралями. Головна перевага полягає в тому, що 90–100 % будинків мають оптимальну орієнтацію і захищені від шуму магістралі. Рядкова забудова, маючи певні гігієнічні переваги, створює деякі

труднощі в архітектурному рішенні вулиці, на яку в цьому випадку виходять торці будинків. Водночас організуються вузькі, ізольовані один від одного двори. Найбільш доцільна така забудова в поєднанні з іншими композиціями.

Комбінована забудова є комбінацією названих прийомів забудови, що дозволяє зробити більш різноманітним планування кварталів і звести до мінімуму кількість будинків із несприятливою орієнтацією житлових приміщень. Лінійна забудова використовується під час розміщення житлових будинків уздовж транспортної, пішохідної магістралі або водоймища. Цей прийом дає позитивний мікрокліматичний ефект лише під час збіжності напрямків лінії забудови з азимутом оптимальної орієнтації типів будинків, що використовуються.

Стрічкова забудова утворюється послідовно розміщеними будинками або одним протяжним будинком у вигляді стрічки, що звивається. Використовується з метою зберігання природного ландшафту, гнучкого «вписування» в нього. За такого прийому можна створити гарний мікроклімат: забезпечити тривалу інсоляцію внутрішніх мікрорайонних територій, регулювати вітровий режим території, забезпечити захист від шуму.

Біоструктурна забудова нагадує біологічну будову клітчатки дерева, бджолиних сот тощо. Може складатися з окремих будинків та з єдиної безперервної структури, має велику гнучкість, виразність, не менше ніж 70 % будинків мають оптимальну орієнтацію (найдовші будинки розміщені в секторі оптимальної орієнтації), постійне затінювання дворів території не перевищує 10 %, легко створити оптимальний аераційний режим території, має розвинений дворовий простір.

Терасна забудова використовується на крутих схилах. Дах будинку, що стоїть нижче, стає майданчиком відпочинку (терасою, висячим садом) для будинку, що стоїть вище. Під час розміщення на сонячних схилах (південно-східному, південному) забезпечує оптимальну орієнтацію. Під час освоєння інших схилів виявляються негативні мікрокліматичні

моменти: перегрівання приміщень (південний, південно-західний, західний схили) або недостатня інсоляція.

Точкова забудова в чистому вигляді використовується з метою максимального збереження естетичних і гігієнічних якостей природного ландшафту. В містобудівній практиці точкові будинки найчастіше використовуються як містобудівні акценти і в комбінації з іншими видами забудови.

Функціональне зонування території мікрорайону (кварталу). До складу функціональних зон входить:

а) житлова зона, що включає території:

- житлових будинків;
- проїздів, тротуарів;
- автостоянок;
- майданчиків різного призначення;
- озелених прибудинкових ділянок;

б) ділянки шкіл;

в) ділянки дитячих дошкільних установ (дитячі садки-ясла);

г) сади при групах житлових будинків, пішохідні бульвари і алеї;

д) ділянки громадських будівель культурно-побутового і комунально-господарського призначення;

е) ділянки гаражів.

Для обслуговування населення мікрорайону громадським транспортом проєктуються (на стадії розроблення генерального плану) магістральні вулиці загальноміського та районного значення. Відстань між магістральними вулицями, де передбачається пропущення ліній пасажирського громадського транспорту, варто брати 600–800 м, у кліматичних підрайонах 1А, 1Б, 1Г і 2А – 400–600 м. Зупинки громадського транспорту – трамваїв, автобусів, тролейбусів – проєктують через 350–400 м. Зупинки швидкісного транспорту – метро, швидкісного трамваю – через 1,5–2 км. Довжина пішохідних підходів від місць проживання до найближчої зупинки пасажирського громадського транспорту не повинна перевищувати 500 м.

Велике значення має організація транспортного і пішохідного руху в мікрорайоні, де зазвичай трапляються такі види транспортного обслуговування:

- пасажирський транспорт – індивідуальні автомобілі;
- вантажний транспорт – доставка продуктів і товарів, перевезення домашніх речей і меблів, виїзди на дачу тощо;
- спеціальний транспорт – машини швидкої медичної і санітарної допомоги, смітєвози для очищення мікрорайону від сміття, пожежні машини.

Інтенсивність руху транспортних засобів залежить від розмірів мікрорайону та щільності його забудови. Крім транспортних засобів, що рухаються, в мікрорайоні постійно знаходяться транспортні засоби, що стоять: легкові, вантажні та спеціальні автомобілі.

Внутрішньомікрорайонні проїзди не повинні бути наскрізними, що сприяли б транзитному проїзду через мікрорайон. Для цього траси внутрішніх мікрорайонних проїздів бажано робити з переломами, які утруднюють проїзд і знижують швидкість руху автомобілів. Отже, в мікрорайонах вимоги до проїздів протилежні вимогам, що висуваються до міських магістралей. Під час розміщення входів у будинки з одного фасаду проїзди влаштовуються лише вздовж цього фасаду. По лінії іншого фасаду для проїзду пожежної машини повинна зберігатися лише вільна смуга шириною 3 м, що розміщується на лінії забудови на відстані не ближче ніж 5 м.

Пішохідний рух у межах мікрорайону варто поділяти на: цілеспрямований – найкоротші шляхи руху до цілей призначення (зупинки громадського транспорту, дитячі установи, школи, гаражі, блоки первинного обслуговування, торговельні центри); прогулянковий – протяжні шляхи руху, що проходять через найцікавіші та найкрасивіші ділянки забудови. Для зберігання індивідуальних автомобілів жителів мікрорайону необхідно передбачати гаражі та автостоянки, де мають розміщуватися не менше ніж 70 % автомобілів.

Внутрішньомікрорайонні гаражі-стоянки влаштовуються для автомобілів жителів мікрорайону без технічного

обслуговування. Вони можуть бути різними за місткістю і характером будівель. Найбільш економними щодо зайнятої території є гаражі-стоянки манежного типу в декілька поверхів. Гаражі варто розміщувати на спеціально виділених ділянках з організацією виїздів з них на житлові вулиці або на магістральні вулиці районного значення, але не ближче ніж 100 м від межі проїзної частини перехресть магістральних вулиць і 30 м від зупинок громадського пасажирського транспорту (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Нормування відстаней від гаражів та автостоянок до будівель

Будинки, до яких визначаються відстані	Відстані м, від гаражів і відкритих автостоянок за кількістю легкових автомобілів				
	10 і менше ніж	11-50	51-100	101-300	Понад 300
Житлові будинки	10	15	25	35	50
Зокрема, торці житлових будинків без вікон	10	10	15	25	35
Громадські будинки	10	10	15	25	25
Загальноосвітні школи і дитячі установи (дошкільні)	15	25	25	50	
Лікувальні установи із стаціонаром	25	50	*	*	

Крім гаражів на території мікрорайону необхідно передбачати автостоянки для тимчасового зберігання автомобілів, виходячи із місткості 25 % кількості автомобілів громадян, що мешкають у цьому мікрорайоні. Радіус

обслуговування автостоянок не повинен бути більше ніж 200–150 м. Місткість окремих автостоянок повинна бути не менше ніж 10 машино-місць (у середньому 25–50 машино-місць). Гаражі, майданчики для стоянки і зберігання автомобілів необхідно ізолювати озелененими смугами від житлових, громадських будинків, дитячих установ. Під час проектування житлової забудови необхідно передбачати розміщення майданчиків, розміри яких і відстані від житлових і громадських будинків варто брати не менше наведених у ДБН (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Нормування відстаней до житлових будинків від майданчиків різного призначення

Майданчики	Питомі розміри майданчиків, м²/люд.	Найменші відстані від майданчиків до вікон житлових і громадських будинків, м
Ігрові для дітей дошкільного й молодшого шкільного віку	0,7	12
Для відпочинку дорослого населення	0,1	10
Для занять фізкультурою	2,0	10–40
Для господарських цілей	0,3	20
Для вигулювання собак	0,3	40
Для стоянки автомашин	0,8	За табл. 6.1

Розглядаючи транспортне обслуговування мікрорайону, варто враховувати необхідність вивезення з мікрорайону побутових відходів. Організація вивезення сміття повинна бути такою, щоб рух сміттєвозів не турбував мешканців мікрорайону.

Приміщення і ділянки для сміттєзбірників бажано розміщувати ближче до виїздів із мікрорайону, щоб сміттевозам не потрібно було в'їжджати в глибину його території.

Велика увага під час планування мікрорайонів повинна приділятися озелененню. Зелені насадження мікрорайону займають територію, що становить не менше ніж 40 % його площі. Проектуючи внутрішньомікрорайонні зелені насадження, необхідно прагнути, щоб вони не були подрібнені на окремі малі ділянки, а були досить великими масивами у вигляді мікрорайонних садів із майданчиками для ігор і спорту, з ділянками тихого відпочинку. Це, зазвичай, не виключає влаштування газонів і рядкових посадок дерев вздовж проїздів і проходів та захисного декорувального озеленення за контурами господарських дворів, гаражів-стоянок тощо.

Загальна архітектурно-планувальна структура мікрорайону повинна створювати сприятливі умови для спокійного, здорового і зручного життя населення. Взаємне розміщення житлових будинків, дитячих установ, шкіл, магазинів, гаражів-стоянок повинно бути підпорядковане вимогам створення максимального покою тим, хто мешкає в мікрорайоні.

6.3 Вулично-дорожня мережа

Вулично-дорожня мережа (ВДМ) – призначена для руху транспортних засобів і пішоходів мережа вулиць, доріг, внутрішньоквартальні та інші проїзди, тротуари, пішохідні та велосипедні доріжки, набережні, майдани, площі, а також автомобільні стоянки та майданчики для паркування транспортних засобів з інженерними та допоміжними спорудами, технічними засобами організації дорожнього руху.

Вимоги міського транспорту і міського руху до планування міста такі: всі вулиці повинні мати певне призначення, в місті не повинно бути невизначених вулиць. Під час розроблення генерального плану міста повинна бути розроблена:

- класифікація вулиць з урахуванням особливостей міста, що проєктується;

- траси магістральних вулиць повинні бути прокладені за напрямками основних пасажиропотоків, з'єднуючи місця масового відвідування населенням;

- лінійна щільність мережі магістральних вулиць повинна бути достатньою для руху транспортних засобів усіх видів;

- пропускна здатність як всієї системи магістральних вулиць, так і окремих магістралей повинна забезпечувати безперервне і безпечне пропущення міського руху і мати достатні резерви для маневрування під час розподілу руху;

- пасажирський і вантажний рух, за можливості, повинні бути відокремлені з виділенням вантажного руху на спеціальні магістралі;

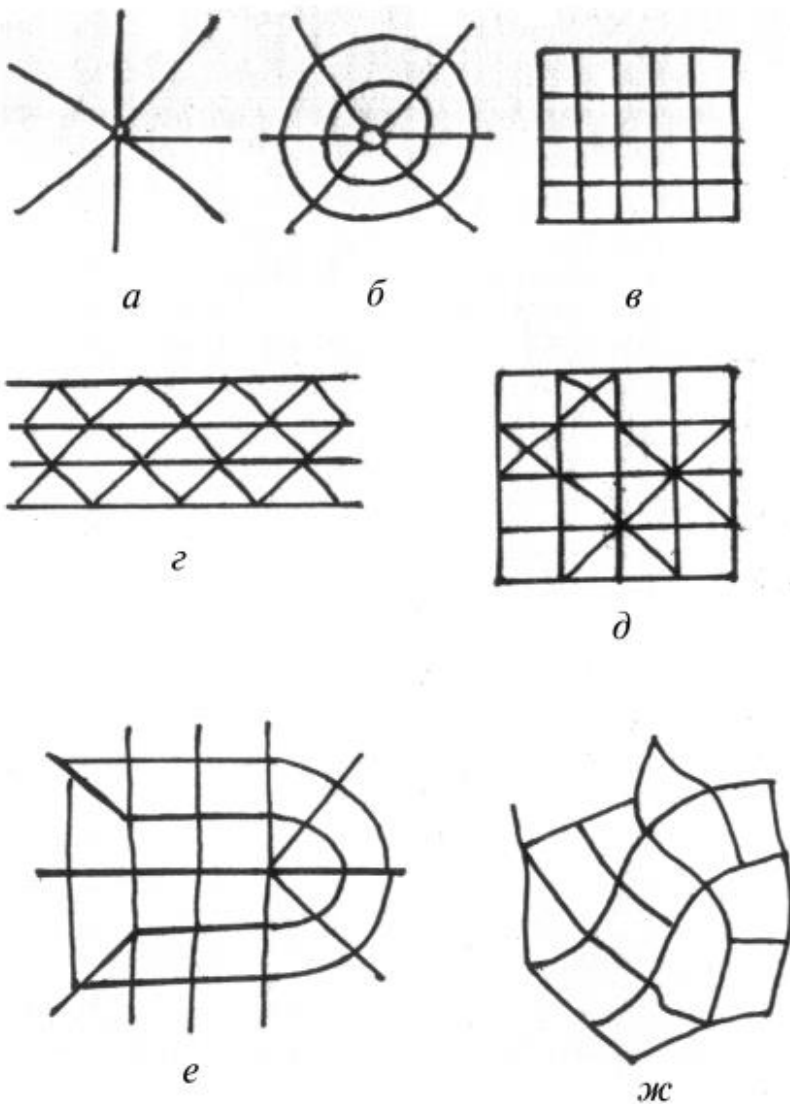
- пішохідний рух необхідно ізолювати від транспортних потоків;

- мережа магістральних вулиць і розміщення місць масового відвідування повинні бути взаємно пов'язані (необхідні зручні під'їзди, які не розміщують у транспортних вузлах);

- місця масового відвідування потрібно проєктувати комплексно з розробкою інженерного рішення їх транспортного обслуговування, розміщення автостоянок і зупинок громадського пасажирського транспорту;

- розміщення в місті трамвайних парків, автобусних і автомобільних гаражів не повинно утруднювати рух основних транспортних потоків мережею магістральних вулиць.

Відомі такі основні системи планування вулично-дорожньої мережі міст: радіальна; радіально-кільцева; прямокутна; прямокутно-діагональна; трикутна; комбінована; довільна (рис. 6.1).



а – радіальна; б – радіально-кільцева; в – прямокутна (шахова); г – трикутна; д – прямокутно-діагональна; е – комбінована; ж – довільна

Рисунок 6.1 – Системи планування міських вуличних мереж

Радіальна схема характерна для старих міст, що розвивалися навкруги вузла шосейних доріг. Вона забезпечує зручний зв'язок між периферійними районами і центром міста, проте не має найкоротших комунікацій між пунктами тяжіння, що розміщені на периферії міста. Недоліком є перевантаження центру. Трапляється в малих містах. Радіально-кільцева схема характерна для великих старих міст. Радіальні магістралі були прокладені по трасах позаміських трактів, а кільцеві – по трасах мурів і валів, що розбиралися. Перевагою є однаково зручні як зв'язки між периферійними районами і центром, так і сполучення окраїнних пунктів міста між собою.

Прямокутна схема характерна для молодих нових міст, що розвивалися за наперед складеними планами. Перевагами є відсутність єдиного центрального транспортного вузла, порівняно рівномірне транспортне навантаження магістралей і висока пропускна здатність усієї системи в цілому завдяки наявності дублюючих зв'язків. Недолік – відсутність найкоротших прямолінійних зв'язків у діагональних напрямках, центр міста планувально не виділений (наприклад, Нью-Йорк).

Прямокутно-діагональна схема – є розвитком прямокутної. Зберігаючи всі переваги прямокутної схеми, вона вільна від її недоліків (наприклад, Детройт, Вашингтон).

Трикутна схема не одержала значного поширення, оскільки в пунктах пересічень магістралей утворюються гострі кути, незручні для забудови, і складні за конфігурацією вузли (трапляється в окремих районах Лондона і Парижа).

Довільна схема характерна для східних і середньовічних європейських міст, що розвивалися стихійно. Вузькі, зігнуті в плані вулиці з частими перехрестями ні якою мірою не відповідають сучасним вимогам. Ця схема доцільна для міст і населених пунктів курортного типу, де завдяки довільному плануванню досягається мальовничість, гарні зв'язки з рельєфом і економічність будівництва вуличної мережі.

Основні функції вулично-дорожньої мережі:

1 Транспортний і пішохідний зв'язок між основними пунктами тяжіння населення міста.

2 Місце прокладання основних інженерних комунікацій міста.

3 Збір і відведення поверхневих вод.

4 Формування обрису міста (репрезентативна функція), осі формування забудови.

5 Коридори для провітрювання забудованої території – обмін повітрям між повітряними басейнами міста і приміської зони.

6 Джерело екологічного дискомфорту (шум, загазованість, запиленість тощо).

Вулично-дорожня мережа міста є основою його планувальної структури.

Основними показниками вулично-дорожньої мережі міста є: щільність, коефіцієнт непрямолінійності, конфігурація вузлів, рівень завантаження центрального вузла, пропускна здатність мережі в цілому.

6.4 Класифікація міських вулиць і доріг

Вулиці і дороги поділяються на групи за функціональним призначенням. Це визначає розрахункові швидкості, за якими, в свою чергу, визначаються всі основні параметри магістралей: ширина проїзної частини, радіуси кривих у плані й поздовжньому профілі (тобто горизонтальних і вертикальних) тощо.

Загальна ширина вулиці визначається такими основними факторами.

1 Призначенням вулиці, характером і розмірами розрахункового руху. Цей чинник безпосередньо впливає на ширину проїзних частин і тротуарів, а також загальне рішення вулиці; водночас повинна забезпечуватися можливість створення транспортних розв'язок у різних рівнях на пересіченнях вулиці, що проектується, з іншими вулицями і

дорогами, якщо такі перетини передбачаються генеральним планом міста.

2 Висотою забудови: співвідношення висоти забудови і загальної ширини вулиці повинно забезпечувати нормальну інсоляцію житлових будинків. За діючими нормативами відстань між вуличними фасадами житлових будинків повинна бути не менша 1,5 висоти найвищого будинку. Ця вимога може бути виконана не лише прийняттям відповідної ширини вулиці, а й шляхом віддалення лінії забудови від червоних ліній у глибину мікрорайону. Прийом довільної забудови значно полегшує вирішення цього питання.

3 Кліматичними умовами: в південних містах, де вуличне життя значно інтенсивніше, ніж у містах із помірним і холодним кліматом, тротуари повинні бути ширші, а ступінь озеленення вулиць у містах із жарким кліматом повинний бути вищим ніж у містах з помірним і холодним кліматом. У північних районах з частими снігопадами і заметілями необхідно поширювати вулиці з виділенням спеціальних смуг для розміщення снігу.

4 Природними умовами росту зелених насаджень, що обумовлюють реальні можливості озеленення вулиці. Важливим для правильного проєктування міста є питання трасування вулиць і доріг. Так, магістралі для вантажного автомобільного руху в місті доцільно трасувати вздовж залізничних ліній, по озелених територіях меліоративного значення, по санітарно-захисних зонах з якнайменшою кількістю пересічень з магістральними вулицями загальноміського значення. Це дасть можливість легше вберегти жителів від шуму, що створюється вантажними автомобілями. У великих і значних містах із декількома дуже розвиненими промисловими і складськими районами необхідно прагнути створити систему вантажних магістралей, що об'єднують промислові й складські райони з вантажними залізничними станціями і водними причалами.

Міські швидкісні автомобільні дороги призначені передусім для внутрішньоміського транзитного легкового руху з розвантаженням при цьому мережі звичайних магістральних вулиць. По них також може пропускатися міжміський

транзитний рух. Вантажний автомобільний рух, зазвичай, по швидкісних дорогах пропускати не варто, щоб уникнути порушення однорідності транспортного потоку.

Мережа міських швидкісних доріг повинна бути такою системою автодоріг, які ізольовані від прилеглих територій, але мають добрі зв'язки з системою звичайних магістральних вулиць та з міжміськими автомагістралями і автодорогами приміської зони. Важливо, щоб швидкісні дороги проходили в обхід центральних районів міста, але все-таки достатньо близько від зовнішніх меж, маючи вузли-контакти з мережею звичайних магістральних вулиць.

6.5 Транспортні вузли. Дорожньо-транспортні споруди

За характером взаємного контакту транспортних і пішохідних потоків вузли (перетини) міських шляхів сполучення можуть бути розділені на три основних типи: пересічення, примикання, відгалуження. Залежно від способу організації руху вузли міських шляхів сполучення поділяються на:

- вузли з організацією руху в одному рівні (нерегульовані, саморегульовані, з примусовим регулюванням руху);
- вузли з організацією руху в різних рівнях (транспортні розв'язки).

Залежно від призначення та категорії міських шляхів сполучення, що пересікаються, і характеру потоків руху (планувально-містобудівні ознаки) вузли можна поділити на:

- пересічення магістральних вулиць і доріг із рейковими шляхами сполучення (лініями трамваю, залізничними шляхами, наземними лініями метро). На таких перетинах перевага завжди надається рейковому транспорту;
- пересічення магістральних вулиць і доріг із водними шляхами;
- пересічення потоків автомобільного та водного транспорту в одному рівні припускається лише у виключних

випадках як тимчасовий засіб. Для таких перетинів характерними є деякі особливості в організації руху транспорту й пішоходів на підходах до мостів.

Площі займають особливе місце у вузлах міських шляхів сполучення. Організація руху на площах ускладнюється часто великою кількістю вулиць, а також більш складними маршрутами пішохідного руху.

Пересічення транспортних і пішохідних потоків. На перехрестях пересічення транспортних і пішохідних потоків зазвичай супроводжує взаємне пересічення транспортних потоків. У ряді випадків пересічення транспортних і пішохідних потоків може мати місце без взаємного пересічення транспортних потоків (виходи на перегонах між перехрестями).

Складні вузли міських шляхів сполучення. До цієї категорії належать вузли, на яких відбувається пересічення різнойменних транспортних потоків, а також складні конфігурації різних потоків руху. В цих випадках, зазвичай, необхідне влаштування складної системи дорожньо-транспортних споруд. Залежно від категорій вулиць та доріг, що пересікаються, транспортні вузли можна поділити на шість класів. До дорожньо-транспортних вузлів вищого класу належать вузли, в яких пересікаються (примикають) швидкісні дороги між собою і з магістральними вулицями безперервного руху. Пропуск автотранспортних потоків у таких вузлах в усіх напрямках здійснюється у вигляді безперервного руху без ділянок переплетення чи регулювання в межах вузла.

Основні принципи організації руху на перетині міських вулиць і доріг У містобудівній практиці реалізуються чотири основні принципові схеми організації руху в межах дорожньо-транспортних вузлів:

- нерегульований рух;
- примусове регулювання руху;
- саморегульований рух (кільцевий рух);
- організація руху в різних рівнях.

Поняття **«організація руху»** при цьому припускає використання методів і прийомів розподілу руху в просторі, що

переважно досягається планувальними рішеннями, а поняття «**регулювання руху**» містить методи та прийоми розчленування транспортних потоків у часі.

Перетини в одному рівні – найбільш поширений тип вузла на ВДМ міста. *Перехрестя* – це геометричний простір, що визначає розміри самого перетину та відгалужень вулиць, які примикають до нього, в межах якого здійснюється пропуск потоків транспорту та пішоходів, що взаємно пересікаються.

За інтенсивністю та організацією руху транспорту й пішоходів розрізняють такі перетини:

- з нерегульованим рухом (звичайні);
- з кільцевим рухом (саморегульовані);
- з примусовим регулюванням руху;
- складні (поєднують на окремих елементах перехрестя

різні схеми організації руху).

Найефективнішим способом підвищення пропускної здатності вулиць міста, покращання умов безпеки руху транспорту та пішоходів, зниження шуму та загазованості є влаштування перетинів міських шляхів сполучення з організацією руху на них у різних рівнях.

Міст – штучна споруда (елемент дороги), яка призначена для забезпечення руху транспорту і пішоходів через природні та штучні перешкоди: річки, канали, протоки, залізничні шляхи і тощо. Різноманітність умов, в яких змушені працювати міські мости, визначає доцільність класифікувати ці споруди. Така класифікація дозволяє оцінити і вибрати необхідний тип мосту в умовах будівництва і реконструкції ВДМ міста.

За призначенням мости поділяють на:

- мости над водним простором;
- мости-греблі;
- шляхопроводи – мостові споруди на перетинах міських вулиць та доріг або автодоріг між собою, міських вулиць і доріг із залізничними шляхами та залізничних шляхів між собою;
- естакади – мостові конструкції для пропуску транспорту над поверхнею землі чи дороги;

– віадуки – мостові споруди, які влаштовують замість насипів під час пересічення дорогою глибоких лощин, ярів, луговин;

– акведуки – споруди для прокладання каналів, трубопроводів і тощо.

Естакадою називають споруду, що слугує для безперешкодного пропуску транспорту та пішоходів, прокладання комунікацій тощо над поверхнею землі. Вона складається з ряду опор та горизонтальних або похилих прогонів. Естакадою інколи називають і шляхопровід із значною кількістю прогонів. Але шляхопровід споруджують лише на перетині міських магістралей, а галузь використання та призначення естакад набагато більша. Естакади споруджують у місцях високих концентрацій транспортних і пішохідних потоків, в умовах давно сформованої забудови міських територій.

Тунелями називають інженерні споруди, що розміщені на деякій глибині під поверхнею землі, та які використовуються для пропуску чи зберігання транспортних засобів, розміщення промислових, комунально-побутових, торговельних і видовищних підприємств, а також мають багатоцільове призначення – об'єднувати транспортні, інженерні об'єкти, підприємства торгівлі, споруди цивільної оборони.

Тунелі бувають:

- автотранспортні тунелі;
- тунелі метрополітену;
- гірські тунелі;
- підводні тунелі.

Міські площі за своїм функціональним призначенням поділяються на такі категорії:

1) громадсько-адміністративні площі:

– центральні – для загальноміських демонстрацій, парадів і широких громадських зборів, розміщення адміністративно-громадських будівель загальноміського значення, а в столичних містах і державного значення;

- районні – розміщення адміністративно-громадських будівель районного значення;

- меморіальні – перед історичними будівлями і монументами;

- 2) площі перед значними громадськими будівлями і спорудами масового відвідування: театрами, музеями, стадіонами, парками культури та відпочинку, промисловими підприємствами;

- 3) площі житлових районів зі скверами для короткотермінового відпочинку і перебування дітей. Такі площі особливо доцільно влаштовувати в старих містах під час їхньої реконструкції з розуцільненням житлової забудови шляхом знесення зношеного малоцінного житлового фонду;

- 4) транспортні площі:

- розподільчі – для розподілу транспортних потоків у місцях пересічення магістральних вулиць і доріг з великою інтенсивністю руху;

- передмостові – перед значними мостами;

- 5) вокзальні площі – перед вокзалами залізничного, водного та автомобільного транспорту;

- 6) площі торговельних центрів і ринків;

- 7) площі в промислових районах із розміщенням на них громадських і культурно-побутових будівель;

- 8) площі-автостоянки.

6.6 Транспортна класифікація міст та класифікація міського транспорту

Залежно від кількості населення міста поділяються на п'ять груп, кожній з яких відповідає певна транспортна рухомість населення, тобто кількість поїздок, що припадає на одного мешканця за 1 рік (табл. 6.3).

Таблиця 6.3 – Транспортна класифікація міст

Група міст	Населення, тис. осіб	Транспортна рухомість населення		Види транспорту (орієнтовно)
		сучасна	перспективна	
I Найзначніші (крупніші)	1 000–2 000	350–400	580–800	Позавуличний швидкісний транспорт
II Значні (крупні)	500–1 000	330–360	515–700	Головний вид транспорту – трамвай (швидкісний)
III Значні (крупні)	250–500	300–330	460–650	Автобус можливий і тролейбус, трамвай
IV Великі	100–250	200–300	385–550	Автобус і тролейбус
V Середні	50–100	100–250	300–450	Автобус
VI Малі	< 50	70–150	200–350	Автобус

Сучасний міський транспорт залежно від свого призначення поділяють на такі види:

– *пасажирський* (трамвай, тролейбус, автобус, метрополітен, глибокі вводи електрифікованих залізниць, легкові автомобілі, мотоцикли, велосипеди, моторолери);

– *вантажний* (вантажні автомобілі, вантажні трамваї, вантажні тролейбуси, вантажні поїзди метрополітену, кінські вози);

– *спеціальний* (санітарний, пожежні автомобілі, автомобілі для прибирання вулиць, автомобілі техдопомоги тощо).

Пасажирський транспорт за місткістю транспортних засобів може бути поділений на дві групи:

1) *масовий* або *громадський* (трамвай, тролейбус, автобус, метрополітен, глибокі вводи електрифікованих залізниць) –

характеризується місткістю транспортних засобів понад 5 осіб і виконує основну частину перевезень;

2) *індивідуальний* (легкові автомобілі, моторолери, мотоцикли, велосипеди) – характеризується місткістю до 5 осіб

Залежно від організації руху міський пасажирський транспорт може бути: маршрутизованим, що рухається заданим маршрутом із фіксованими зупинками, а також таким, що виконує перевезення за принципом «від дверей до дверей» (транспортні засоби особистого користування, легкові таксі, відомчі автомобілі). Для цілей містобудування найважливішими класифікаційними ознаками масового пасажирського транспорту є:

1) продуктивність транспорту;

2) розміщення транспортних ліній відносно вулиці.

Різні за своїми характеристиками транспортні засоби міського масового пасажирського транспорту, залежно від провізної здатності та швидкості утворюють сім груп. **До першої групи** належать звичайні вуличні види транспорту, що мають малу провізну здатність.

Автобус – найбільш поширений, простий, маневрений вид транспорту – використовує для руху вуличну мережу. Здебільшого у малих та середніх містах автобусний транспорт єдиний виконує перевезення пасажирів.

Тролейбус – менш маневрений ніж автобус, оскільки для руху потребує забезпечення електроенергією, що передається по контактних дротах. Основна перевага тролейбусного транспорту – у відсутності шкідливих викидів під час роботи двигуна. Тролейбус, зазвичай, працює в поєднанні з іншими видами транспорту.

Трамвай – найбільш складний із вуличних або наземних видів транспорту, який практично не має можливостей маневру, оскільки крім контактної мережі потребує ще й будівництва рейкової колії.

Системи «групового транспорту» – простіший позавуличний транспорт.

Другу групу утворюють експресні види транспорту, що мають малу провізну здатність. *Автобус-експрес* рухається за маршрутами великої протяжності. Пропускна здатність – до 50 од/год, бо транспортні засоби рухаються в одному потоці з іншими автомобілями. *Трамвай з прискореним рухом* потребує прокладання ліній на самостійному полотні та відокремлення від шляхів руху інших видів транспорту. Відстань між зупинками збільшується до 1 000–1 500 м.

Третю групу становлять швидкісні види транспорту, що мають малу провізну здатність. *Швидкісний автобус* – найпростіший вид швидкісного транспорту. Від звичайного та експресного автобуса він відрізняється розміщенням лише початкової та кінцевої зупинок, що дозволяє значно підвищити швидкість руху.

До четвертої групи належать швидкісні види транспорту, що забезпечують високі швидкості сполучення 45–50 км/год та мають середню провізну здатність до 30 тис. пас./год. Всі види цієї групи – позавуличні та потребують прокладання самостійного шляху. *Автобус на самостійному шляху. Швидкісний трамвай. Монорейкові дороги. Легкий рейковий транспорт.*

П'ята група містить у собі позавуличні швидкісні види транспорту, що забезпечують високі швидкості сполучення (40–45 км/год) та мають високу провізну здатність (40–60 тис. пас./год). *Метрополітен* – найбільш сучасний міський позавуличний транспорт. Лінії метрополітену прокладають по землі, на естакадах та в тунелях під землею. *Міські залізниці.* Використовуються для пасажирських перевезень у значних і найважливіших містах.

До шостої групи належать надшвидкісні види транспорту, що забезпечують швидкості сполучення понад 50 км/год. Провізна здатність цих ліній різноманітна. Вперше такі лінії з'явилися в Нью-Йорку (США) наприкінці 50-х років. Рух поїздів *експресних ліній метрополітену* здійснювався самостійними шляхами, що прокладені, зазвичай, паралельно існуючим звичайним лініям. Перші випробування дослідного

зразка екіпажа на магнітному підвішуванні відбулися в 1972 році на полігоні в Ерпангені (ФРН).

Поїзди на магнітному підвішуванні можуть розвивати швидкість до 400 км/год. Йдеться про цілковито нову технологію, що одержала назву *магнітної левітації (маглев)*. Потяг не потребує коліс і рейок. Великий інтерес викликають міські *гравітаційно-вакуумні* транспортні системи, розроблення яких здійснюється в Японії та США. В 1974 році в США були проведені дослідження нового виду міського транспорту на *повітряній подушці*.

Сьома група враховує спеціальні види транспорту. *Канатні дороги*. В умовах сильно пересіченого рельєфу місцевості успішно використовують канатні підвісні дороги. *Фунікулер* – це екіпаж, який рухається по рейковому шляху за допомогою прикріпленого до нього каната.

Тротуари, що рухаються (траволатори) знаходять все ширше поширення в будівлях аеропортів, залізничних вокзалів, в значних пересадочних вузлах. В Японії тротуари, що рухаються, використовують на територіях промислових підприємств для доставки працівників від прохідної до віддалених цехів.

Кабінні види транспорту. Принцип їхньої дії полягає в русі кабіни місткістю 5–40 осіб спеціальним шляхом в автоматичному режимі. Такі види транспорту використовуються в аеропортах, на виставках, у зонах відпочинку, в центральних зонах міст, у курортних зонах. Системи кабінного транспорту досить різноманітні. Це – і карвейєри, і автоматизовані системи «персонального транспорту». Шляхи для руху кабінного транспорту можуть бути прокладені по поверхні землі, на естакадах і в тунелях мілкого закладання. Швидкість руху – 25 – 60 км/год. Провізна здатність досягає 5 тис. пас./год. *Малогабаритні монорейкові дороги*.

Перспективи розвитку транспорту. Основним принципом розвитку міського пасажирського транспорту на перспективу є те, що масовий громадський транспорт повинен розвиватися в кількісному відношенні та модернізуватися на

сучасній основі з використанням передового вітчизняного та зарубіжного досвіду. Водночас легковий індивідуальний транспорт не повинен бути альтернативою розвитку масового транспорту.

Основне завдання розвитку транспортних господарств зі зростанням міст є максимальне збільшення провізної здатності масового транспорту і можливе підвищення швидкостей сполучення. Необхідно забезпечити швидкий зв'язок житлових районів із віддаленими від них пунктами тяжіння завдяки збільшенню протяжності транспортної та вуличної мережі, кількості рухомого складу з підвищенням його динамічних властивостей і комфортабельності та розвитку швидкісних видів міського транспорту.

Напрямки розвитку різних видів міського масового транспорту на перспективу обумовлюються *галуззю раціонального використання* кожного з них. Транспортні засоби *першої групи* широко використовуються в містах будь-якого розміру. Транспортні системи міст із кількістю населення до 250 тис. жителів складаються виключно з цих видів транспорту. З появою в містах більшого розміру швидкісних видів транспорту засоби цієї групи виконують подвійну функцію: крім загальноміських пасажирських перевезень здійснюють підвезення населення до станцій та зупинок швидкісних видів транспорту. В містах з населенням понад 3 млн осіб і розвиненою системою швидкісного транспорту головне їхнє завдання – підвезення пасажирів до станцій швидкісного транспорту, внутрішньорайонні та міжрайонні перевезення.

Потреба в транспортних засобах *другої групи* може виникнути вже в містах із кількістю населення 250 тис. жителів для забезпечення перевезень між районами міста, віддаленими один від одного більш ніж на 10 км. У містах із кількістю населення понад 500 тис. жителів, зазвичай, повинна функціонувати розвинена мережа транспортних засобів цієї групи, а в містах із населенням понад 1,5 млн осіб друга група транспортних засобів може використовуватися як транспорт, що

підвозить із невеликих житлових районів до станцій швидкісного позавуличного транспорту.

Транспортні засоби *третьої групи* можуть знайти використання лише в значних та найзначніших містах із кількістю населення понад 250 тис. осіб. За розвиненої системи міських швидкісних доріг і магістральних вулиць з безперервним рухом транспорту. В містах із кількістю населення до 500 тис. осіб транспортні засоби цієї групи – єдиний швидкісний вид транспорту. Однією з основних сфер використання транспортних засобів цієї групи є забезпечення пасажирських зв'язків міст-супутників із містом-центром, а також зв'язки з промисловими об'єктами, розміщеними на відстані понад 15 км від міста.

Транспортні засоби *четвертої групи* повинні бути основою системи швидкісного транспорту міст із населенням від 500 тис. до 1,5 млн жителів. Окремі лінії пасажирського транспорту четвертої групи за відповідного обґрунтування можуть проєктуватися і в містах із кількістю населення понад 250 тис. жителів (за лінійного планування міст або під час виносу великих промислових підприємств далеко за межі міста).

Систему ліній *метрополітену* економічно доцільно будувати в містах із кількістю населення понад 1,5 млн жителів. Зазвичай, метрополітен приналежить до себе велику кількість пасажирів у тому випадку, коли має систему з трьох і більше ніж ліній (це пояснюється великими відстанями між станціями і великими витратами часу на підхід або під'їзд до станцій метрополітену – 70 % в загальних витратах часу на пересування). Використання метрополітену і залізниць з меншим числом ліній доцільно лише за лінійного розвитку міста. Водночас може стати доцільним спорудження метрополітену в містах із таким плануванням і за кількості населення до 1 млн жителів. У містах із кількістю населення понад 1,5 млн жителів система цих видів транспорту стає основою планувальної структури міста.

Транспортні засоби *шостої групи* можуть знайти використання лише в найзначніших містах із кількістю

населення понад 3 млн жителів. Сфера використання пасажирського транспорту *сьомої групи* обмежена локальними територіями. Використовуються в містах будь-якого розміру.

6.7 Озеленення міст і створення рекреаційних зон

Під час формування системи озеленення необхідно, щоб розміщення її об'єктів було тісно пов'язане з планувальною структурою міста. В ідеально запланованому місті система озеленення повинна органічно «вплітатися» у структуру міста, а природний ландшафт – бути основою її планування. Всі озеленені території класифікують за територіальними ознаками і функціональним призначенням. Крім того, об'єкти озеленення, призначені для відпочинку, поділяють згідно свого користування відповідно до східчастої системи обслуговування населення. Системи озеленення у містах повинні завжди удосконалюватися та пристосовуватися до мінливого навколишнього світу.

За функціональним призначенням об'єкти озеленення розділяють на такі групи:

- **загального користування** – загальноміські та районні парки, спеціалізовані парки; міські сади і сади житлових районів, міжквартальні або при групі житлових будинків; сквери на площах, у відступах забудови; бульвари уздовж вулиць, пішохідних трас, на набережних;

- **обмеженого користування** – на ділянках житлових будинків, дитячих установ, шкіл, ЗВО, технікумів, культурно-освітніх установ, спортивних споруд, установ охорони здоров'я і санаторіїв, промислових підприємств, складської зони;

- **спеціального призначення** – магістралі та вулиці; водозахисні, вітрозахисні, протиерозійні насадження; насадження кладовищ; розсадники, а також об'єкти, розміщені у приміській зоні, на ділянках санітарно-захисних зон навколо промислових підприємств. Найбільша питома вага припадає на об'єкти озеленення загального користування, призначені для

масового відпочинку населення і оздоровлення міського середовища.

Найбільшими за площею з них є: міські парки (парки культури та відпочинку), спортивні й дитячі районні парки, лісопарки, виставки, зоологічні та ботанічні парки. Від розміщення загальноміських об'єктів, їх призначення, планування, використання і стану насаджень залежить у цілому рівень озеленення міста або селища. При визначенні місць розміщення об'єктів озеленення загального користування виходять зі структури, пов'язаної з організацією культурно-побутового обслуговування населення.

При цьому виділяють:

- при групі житлових будинків – двір-сад (первинний елемент системи);
- у мікрорайоні – мікрорайонний сад, міжквартальний сад (повсякденне обслуговування населення);
- у житловому районі – сад житлового району зі спортивною базою (елемент періодичного обслуговування);
- в адміністративних і планувальних районах великих міст, а також у місті – парки планувальних районів і стадіони, міські парки, спортивні комплекси (елементи епізодичного обслуговування).

Усередині міста озеленені вулиці, сквери, бульвари і набережні доповнюють і зв'язують усю систему об'єктів. З метою оздоровлення міського середовища і створення умов для побуту і відпочинку населення у великих і найбільших містах за сучасними містобудівними вимогами рекомендується включати у забудову великі масиви рослинності (500–1000 га), або «клинки», шириною не менше ніж 0,5 км.

Під час формування озелених просторів у місті рекомендується збільшувати масиви насаджень, площа яких повинна складати від 10 % до 40 % всіх озелених територій. До об'єктів загального користування відносяться також заміські парки, лісопарки, лучні парки, гідропарки, пов'язані з рештою елементів системи озелених транспортних і пішохідних зв'язків. Кожний елемент системи повинен виконувати різні

функції: рекреаційні, санітарно-гігієнічні, мікрокліматичні, естетичні, природоохоронні, містобудівні. Чим більше ніж функцій він виконує, тим вище ефективність системи озеленення міста.

Вимоги до озеленення міст такі:

- рівномірність розміщення об'єктів озеленення загального користування на селітебних територіях, у суспільних центрах міста, на промислових і комунально-складських територіях, на магістралях і вулицях;
- об'єднання в єдину систему міських і заміських об'єктів мережею озелених пішохідних набережних трас, бульварів;
- взаємозв'язок міського ландшафту з рельєфом навколишньої місцевості, водоймищами, забудовою, спорудами та устаткуванням благоустрою;
- включення системи озеленення у комплекс заходів щодо охорони природи, оздоровлення довкілля.

Під час створення об'єктів озеленення додатково використовують:

- відновлені порушені території, які, незважаючи на незначні площі, ефективні завдяки близькості до житла, суспільних центрів, пішохідних шляхів;
- сільськогосподарські землі у безлісих районах, зайняті садами, де можливо створення спеціальних агропарків;
- намівні території для міст, розміщені на морському узбережжі та біля річок, де можливе формування великих паркових масивів.

Планування системи озеленення міста здійснюється послідовно, спочатку на рівні генерального плану міста; далі плану планувального району і потім проекту детального планування житлового району і мікрорайону. Існують різні підходи до організації систем озеленення: перший, коли система озеленення має підлеглий характер і залежить від планувальної структури міста, і другий, коли зелені масиви системи формують планування міста.

Комплексна зелена зона – єдина система взаємозв'язаних елементів ландшафту міста або селища, або групи міських

населених місць і прилеглого району. Вона повинна забезпечувати комплексне рішення питань озеленення і оновлення території, а також охорони природи і рекреації з метою покращання умов праці, побуту й відпочинку населення.

Загальна площа комплексної зеленої зони з розрахунку на одного жителя становить від 1 000 м² до 2 200 м² залежно від величини міста. Комплексна зелена зона міста складається з ядра, що включає внутрішньоміські зелені масиви, і зовнішньої зони. Її об'єкти класифікують згідно територіальної ознаки і функціонального призначення. В ядрі виділяють:

- мікрорайони і житлові групи (квартали);
- об'єкти озеленення загального користування та спеціального призначення;
- об'єкти озеленення вулиць, магістралей, площ;
- об'єкти озеленення промислових територій.

До зовнішньої зони входять:

- позаміська забудова та промислові території, курорти і місця відпочинку;
- дороги;
- лісові масиви – приміські ліси, лісопарки, захисні насадження, полезахисні та інші смуги;
- сади, виноградники, розсадники, неозеленені землі (сільськогосподарські тощо);
- водоймища.

За сучасними уявленнями у межах зеленої зони згідно рівня негативної дії міських чинників середовища можна виділити чотири ландшафтно-екологічні пояси, що включають об'єкти озеленення різного функціонального призначення:

- природні ліси зовнішнього кільця зеленої зони міста, не схильні до помітного антропогенного впливу. У них мало була порушена лісова екологічно здорова обстановка, і вони служать своєрідним еталоном;
- лісопаркові та паркові масиви, що входять до міської межі, призначені для періодичного відпочинку населення, а також об'єкти спеціального призначення, де умови зростання рослинності екологічно сприятливі;

– міські сквери, сади, бульвари, внутрішньоквартальні об’єкти, смуги уздовж вулиць, набережні. На таких об’єктах умови зростання рослинності перебувають у прямій залежності від проведення заходів щодо догляду;

– насадження вулиць, площ у житловій і суспільній, а також промисловій забудові з інтенсивним транспортним рухом.

Рослинність перебуває в умовах забруднення і негативної дії несприятливих чинників середовища і без системи інтенсивного догляду не може існувати. Виходячи з рівня стійкості рослин до дії чинників середовища у різних ландшафтно-екологічних поясах, об’єкти озеленення того або іншого призначення вимагають спеціального підходу до їх проектування, будівництва та експлуатації.

Запитання для самоконтролю

1 Перелічіть вимоги міського транспорту до планування міста.

2 Що є основними функціями вулично-дорожньої мережі міста?

3 Які відомі основні системи планування вулично-дорожньої мережі міст?

4 Якими основними факторами визначається загальна ширина вулиці?

5 На які групи поділяються вулиці й дороги за функціональним призначенням?

6 Яким чином класифікуються вузли міських шляхів сполучення?

7 Які основні принципові схеми організації руху в межах дорожньо-транспортних вузлів?

8 За якими показниками класифікуються перетини міських вулиць (доріг) в одному рівні?

9 За якими ознаками класифікуються перетини в різних рівнях?

10 Що таке міські мости і шляхопроводи, як вони класифікуються?

11 Яке призначення міських естакад і як вони типізуються?

12 Що таке міські площі і як вони поділяються за функціональним призначенням?

13 Які бувають пішохідно-транспортні перетини в різних рівнях?

14 Яке значення має транспорт у розвитку міст і міських агломерацій?

15 Наведіть транспортну класифікацію міст.

16 Дайте класифікацію міського транспорту.

17 Які види міського масового пасажирського транспорту мають малу провізну здатність?

18 Що входить у групу експресних видів транспорту, маючих малу провізну здатність?

19 Які швидкісні види транспорту становлять третю групу транспортних засобів міського пасажирського транспорту?

20 Які швидкісні види транспорту мають середню провізну здатність?

21 Які види транспорту містить у собі п'ята група транспортних засобів пасажирського транспорту?

22 Наведіть приклади надшвидкісних видів міського пасажирського транспорту.

23 Що входить до складу спеціальних видів транспорту?

24 Чим обумовлюються перспективи розвитку різних видів міського масового транспорту?

25 Які території міста відносять до озелених?

26 Дайте визначення комплексної зеленої зони міста. Які структурні елементи її складають?

27 На які групи поділяють зелені насадження за їх функціональною ознакою?

28 Охарактеризуйте зелені насадження загального користування.

29 Які парки належать до багатофункціональних?

30 З якою метою проводять нормування в озелененні населених пунктів?

Тема 7 Організаційно-технологічні системи міського господарства

- 7.1 Системи забезпечення ресурсами життєдіяльності.
- 7.2 Властивості твердих побутових відходів.
- 7.3 Збирання та утилізація твердих побутових відходів.
- 7.4 Прибирання міських територій.
- 7.5 Полігони твердих побутових відходів.

7.1 Системи забезпечення ресурсами життєдіяльності

7.1.1 Електропостачання міст здійснюється від єдиної системи, яка з'єднує в єдине ціле переважну більшість електростанцій. Забезпечення електроенергією споживачів здійснюється через розвинену електричну мережу і підстанції енергосистем. Споживання електроенергії йде на господарсько-побутові, комунальні та на виробничі потреби, а також на міський електротранспорт (трамвай, тролейбус, метро). Міські електричні мережі слугують для передачі електроенергії від електричних станцій до споживачів.

Система електропостачання міста складається з мережі зовнішнього електропостачання, високовольтної (35 кВ і вище) мережі міста і мережних пристроїв середньої і низької напруги з відповідними трансформувальними установками. Принцип організації високовольтної мережі крупного міста – створення на периферії його високовольтного кільця підстанціями, що з'єднані з сусідніми енергосистемами. Від високовольтної мережі влаштовуються глибокі вводи для електропостачання житлових і промислових районів із розміщенням понижувальних підстанцій у центрах електричних навантажень.

Електричні мережі виконують у вигляді повітряних ліній електропередач (ЛЕП) і кабельних прокладок. Водночас здійснюється заміна повітряних високовольтних ліній у межах міста на кабельні, оскільки площа зайнятих повітряними лініями земель становить сотні гектарів. Під час прокладання мереж електропостачання використовуються броньовані кабелі різних

марок залежно від їхнього призначення, властивостей ґрунту тощо. Кабелі прокладають також в азбестоцементних трубах і бетонних блоках з отворами. Зміна перемінного струму однієї напруги на іншу здійснюється в статичних установках – трансформаторах.

Системи міського електротранспорту одержують електроенергію від енергосистеми, що забезпечує високий коефіцієнт корисної дії. Недоліком їх є неавтономність рухомого складу, який прив'язаний до системи енергопостачання. Крім того, для трамвая необхідні рейкові колії, для тролейбусних ліній – якісне дорожнє покриття, для метро – наявність спеціальної підземної системи мереж і споруд. Більшість споживачів працює на змінному струмі. Проте міський електротранспорт є винятком, бо працює на постійному струмі. Тому в систему електропостачання міського електротранспорту включені спеціальні пристрої – випрямлювачі.

Повітряні лінії електропередач напругою 110 кВ і вище прокладаються, зазвичай, за межами селітебної території. Охоронні зони вздовж повітряних ліній електропередач залежно від їхньої напруги – 10–30 м. Відстань від повітряних ліній до будівель і споруд беруть відповідно до правил проектування пристроїв електроустановок. Лінії електропередач напругою менше ніж 110 кВ у разі необхідності можуть прокладатися у межах санітарної території міст як кабельні лінії. Електричні мережі напругою до 20 кВ на селітебній території міст у районах забудови будівлями висотою 4 поверхи і вище необхідно прокладати як кабельні лінії на смузі між червоною лінією і лінією забудови.

Розміри земельних ділянок для закритих підстанцій і розподільних пристроїв потрібно брати 0,6 га, для відкритих – 0,5–1,5 га за неодмінною умовою дотримання санітарних вимог, для пунктів переходу повітряних ліній у кабельні – не більше ніж 0,1 га. Під час вирішення питання щодо енергопостачання міських і сільських поселень потрібно максимально залучати

нетрадиційні джерела електричної енергії: геліо-, геотермальні, вітрові установки тощо.

7.1.2 Системи централізованого теплопостачання незалежно від розмірів мають три основних елементи: джерело тепла (ГРЕС, ТЕЦ або котельня), теплову мережу і споживача. Для забезпечення правильної взаємодії цих елементів системи, зазвичай, мають додаткові ланки. Такими ланками між ТЕЦ або котельною і тепловою мережею є насосно-підігрівальна або просто насосна установка, а між тепловою мережею і споживачем – теплові пункти.

Основна задача систем теплопостачання – це подача тепла споживачам. Більшість міст має закриті системи теплопостачання, в яких вода підігрівається в теплообмінниках сільовою водою. Тепло в системах централізованого теплопостачання витрачається на опалення будівель, підігрів повітря в системах вентиляції будівель, у системах гарячого водопостачання та на технологічні потреби промислових підприємств. Постачання тепла для систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря і гарячого водопостачання будівель являє собою сукупність трьох взаємозв'язаних процесів: підготовки теплоносія, його транспортування та використання теплового потенціалу теплоносія.

Централізованими є системи, коли від одного джерела тепла, теплоелектроцентралі або районної котельні тепло подається багатьом будівлям. За видом джерела тепла системи централізованого теплопостачання розділяються на системи районного теплопостачання та теплофікацію. При районному теплопостачанні джерелом тепла є районна котельня, при теплофікації – теплоелектроцентральною. Для теплопостачання міст можуть бути використані такі джерела енергії, як сонячна енергія, геотермальна енергія (тепло підземних вод), іноді й електроенергія.

Теплоносієм називається середовище, що передає тепло від джерела до теплоспоживаючих приладів, систем опалення, вентиляції і гарячого водопостачання. У системах теплопостачання, що використовуються в нашій країні для міст і

житлових районів, як теплоносії застосовується вода. У промислових районах і на окремих промислових підприємствах для систем теплопостачання використовують воду і пару. Останнім часом і на промислових підприємствах застосовують єдиний теплоносії – воду, підігріту до різних температур, що дає можливість спростити схему теплопостачання, зменшити капітальні та експлуатаційні витрати.

Схема теплової мережі визначається розміщенням ТЕЦ або районної котельної серед споживачів тепла, характером теплового споживання і видом теплоносія, причому вона повинна забезпечити надійність і економічність експлуатації за мінімальної протяжності мережі. Для теплових мереж зазвичай використовують сталеві труби з теплоізоляцією. Прокладають теплові мережі в непрохідних каналах. Найбільш поширений у цей час спосіб прокладання в траншеях (безканальне прокладання) або в загальних колекторах сумісно з іншими комунікаціями.

Районні опалювальні котельні потрібно розміщувати за межами житлових районів на спеціально виділених ділянках (у кварталах комунально-господарського призначення або комунально-складських територіях). На території котельної потрібно розміщувати трансформаторну підстанцію. Відстань до будівель і споруд визначають за санітарними нормами допустимого рівня шуму. Котельні зазвичай розміщуються в центрі теплових навантажень. Мілкі будинкові й квартальні котельні, зазвичай, роблять вбудованими в будівлі. Теплові мережі прокладаються в ґрунті під тротуарами й під розділювальними смугами. ТРП бажано розміщувати в зонах зелених насаджень усередині мікрорайону або кварталу, в окремих будівлях.

7.1.3 Система газопостачання міст складається із джерела газопостачання, газової розподільчої мережі й внутрішнього газоустановлення у споживачів. Джерела газопостачання для міста – зазвичай, магістральні газопроводи, за якими газ подається з газових промислів або газових заводів, на яких із твердих видів палива створюють штучні гази. За

великого віддалення газових промислів від тих об'єктів, на які він постачається (понад 300 км), на газопроводах споруджують спеціальні колекторні станції, призначені для підвищення тиску газу і, таким чином, для підвищення пропускної здатності газопроводів.

Перед подачею газу в магістральний трубопровід газ очищують від шкідливих домішок і вологи на спеціальних установках. Зазвичай магістральні газопроводи або відпайки від них закінчуються газорозподільчими станціями (ГРС), що призначені для зниження тиску і підтримання його на заданому рівні перед подачею газу в газорозподільчу мережу. ГРС є межею між магістральним газопроводом і розподільчою мережею міста або району.

Споживання газу в містах поділяється на такі групи:

- побутове (для приготування їжі та гарячого водопостачання);
- комунально-побутове (споживання в будівлях сфери обслуговування і громадських будинках);
- на опалення та вентиляцію будівель;
- промислове.

Системи газифікації являють собою комплекс магістральних газопроводів, підземних газосховищ і кільцевих газопроводів, що забезпечують транспортування і розподіл газу. Газорозподільча мережа являє собою систему сталевих трубопроводів і устаткування, що служить для транспортування і розподілу газу в місті. В розподільчій мережі обов'язково будуть ГРП, в яких тиск газу знижується до рівня, необхідного споживачеві. Залежно від максимального робочого тиску міські розподільчі газопроводи поділяються на: високого тиску, середнього (обидва слугують для живлення газопроводів низького тиску через ГРП, подачі газу промисловим, великим комунальним і сільськогосподарським підприємствам) і низького тиску (призначені переважно для постачання житлових будинків, громадських будівель і невеликих комунальних підприємств).

Газові мережі – це складна інженерна система трубопроводів для подачі газу споживачам. Ці мережі прокладаються в ґрунті на розділювальних смугах і під тротуарами. Для газопроводів установлені такі величини тиску газу (кгс/см²): низький – до 0,05; середній – від 0,05 до 3; високий – від 3 до 12.

Житлові, громадські будівлі й комунально-побутові споживачі отримують газ низького тиску; промислові підприємства, теплоцентралі й котельні – газ середнього або низького тиску. Мінімально допустима глибина закладання газопроводів на вулицях з удосконаленими покриттями повинна становити не менше ніж 0,8 м, а на ділянках без удосконалених дорожніх покриттів – не менше ніж 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.

По трасі газопроводів, що прокладені в місті, передбачається встановлення контрольно-вимірювальних пунктів на відстанях між ними не більше ніж 200 м. Для будівництва газопроводів використовують сталеві безшовні, зварні прямо шовні й спіральні-шовні труби, а також неметалеві труби (поліетиленові, вінілпластові й азбестоцементні). Для сталевих газопроводів повинен передбачатися захист від корозії, що викликається доквіллям і блукаючими електричними токами.

ГРС розміщують за межами міста з віддаленням від міської забудови за нормами відповідно до нормативів технологічного проектування магістральних газопроводів, поблизу великих споживачів газу. ГРП залежно від призначення варто розміщувати в окремих будівлях, у прибудовах до будівель і вбудованими, на відкритих огорожених майданчиках під навісом, на території промислових підприємств. Окремі будівлі ГРП варто розміщувати в газифікованих будинках, зазвичай, поблизу від вводу газопроводу, безпосередньо в приміщеннях котелень і цехів.

7.2 Властивості твердих побутових відходів

Властивості твердих побутових відходів (ТПВ) такі:

1 Морфологічний склад умовно можна подати так: картон 20–30 %, харчові продукти 28–45 %, дерево 1,5–4 %, чорний метал 1,5–4,5 %, кольоровий метал 0,2–0,3 %, текстиль 4–7 %, кістки 0,5–2 %, скло 3–8 %, шкіра, гума, взуття 1–4 %, каміння, фаянс 1–3 %, пластмаса 1,5–5 %, інше сміття.

2 Склад залежить від рівня життя, сезону, кліматичних умов тощо. До складу харчових відходів входять: картопляні очищення, відходи овочів, хліба, риби, яєць тощо. Вони містять крохмаль, жири, білки, вуглеводи, клітковину, вітаміни.

3 Вологість відходів навесні становить 60–70 %, влітку і восени 80–85 %. Вологість відходів від їдалень і ресторанів становить близько 95 %. Основна маса (80–90 %) представлена фракціями до 150 мм. Баластні домішки (до 2 %) – фракціями понад 350 мм. Вологість ТПВ досягає максимуму в осінній час. Україна відноситься до середньої кліматичної зони. У ТПВ південної зони трохи більше ніж таких елементів, як азот, фосфор, калій і кальцій. Але у цілому ТПВ можуть бути віднесені до речовин, з яких можна отримувати цінні добрива. Усереднені орієнтовні дані хімічного складу ТПВ для міст України наведено у табл. 7.1.

4 Густина. В облаштованому житловому фонді навесні та влітку густина ТВП становить 0,18–0,22 т/м³, восени і взимку – 0,2–0,25 т/м³. У необлаштованому, з пічним опаленням 0,3–0,6 т/м³. Тобто густина ТПВ в облаштованому жилому фонді менше ніж, ніж у необлаштованому. У подальшому, зі збільшенням кількості різних упаковок, густина знижується до величини, близької 0,1 т/м³. У великих містах Європи та Америки вона до цього показника близька.

Таблиця 7.1 – Хімічний склад твердих побутових відходів

Показник	Склад, % від сухої маси
Органічні речовини	56–80
Біогенні елементи:	
– вуглець;	28–39
– загальний азот;	0,9–2,7
– фосфор;	0,5–0,8
– калій;	0,5–1,1
– кальцій	2,0–5,7
Інші мікроелементи	< 0,1
Зольність	20–44
Вологість	30–58

5 Зв’язаність і зчеплення. Папір, картон, текстиль, пластмасові плівки – надають механічну зв’язаність. Липкі та вологі компоненти забезпечують зчеплення. Ці властивості сприяють утворенню відкладень на стінках бункерів і прутах решіток. Через ґрати 30х30 см вони вільно не провалюються і необхідно додавати певні зусилля. Під час тривалого зберігання ТПВ злежуються, самоущільнюються і втрачають сипучість.

6 Компресійні властивості – це вплив тиску на ступінь ущільнення (табл. 7.2):

- під час пошарового ущільнення на полігонах, за питомого тиску 0,1 МПа, обсяг пухкого ТПВ, вивантаженого з сміттевоза, зменшується у 3–4 рази;

- за того самого тиску у сміттевозі – у 1,5–3,0 рази;

- при 0,3–0,5 МПа відбувається пресування паперу, плівок тощо, починається витіснення вологи, обсяг зменшується у 5 разів, густина досягає величини 0,8 т/м³ і більше ніж;

- при 10–20 МПа обсяг знижується ще у 2,0–2,5 рази, густина збільшується у 1,3–1,7 раза.

Таблиця 7.2 – Густина під час збирання, транспортування та перероблення ТПВ

Спосіб пресування	Тиск, кг/см ²	Ступінь ущільнення
Під час збирання: – пересування «сухих» відходів в установах, торговельних підприємствах	1–2	3–6
Під час транспортування: – пресування у сміттєвозі – пресування під час перевантаження	0,2–1,0 0,3–0,6	1,5–3,0 2,0–2,5
Під час перероблення та захоронення: – виготовлення великогабаритних блоків для поховання в морі – пресування на спеціальних вагах під час захоронення на полігоні – пошарове ущільнення на полігонах	50–300 50–100	8–10 3–4

Завдяки нестачі вологи та відсутності доступу кисню не спостерігається активної життєдіяльності мікроорганізмів.

7 Абразивні та корозійні властивості. Завдяки баластних фракцій (метал, бій скла, фаянсу, кісток тощо) відбувається стирання поверхонь, що взаємно рухаються. Під час контакту з металами ТПВ чинять корозійну дію завдяки високій вологості та наявності у фільтраті різних солей і кислого середовища (рН = 5,0–6,5).

8 Теплотехнічні властивості. Теплотворна здатність ТПВ обумовлюється наявністю у них великої кількості органічних речовин. Теплотворна здатність ТПВ також залежить від їх густини. Під час зміни густини від 0,2 т/м³ до 0,5 т/м³ теплотворна здатність знижується з 2 000 ккал/кг до 940 ккал/кг. Теплотворна здатність ТПВ непостійна і змінюється залежно від пори року, тобто від морфологічного складу відходів:

- зима – 2,21–6,40 МДж/кг (523,9–1530,0 ккал/кг);

- весна – 3,62–6,07 МДж/кг (866,1–1451,2 ккал/кг);
- літо – 3,4–6,51 МДж/кг (812,3–1566,0 ккал/кг);
- осінь – 2,21–6,40 МДж/кг (364,9–1040,0 ккал/кг).

9 Санітарно-бактеріологічні властивості. Вологі органічні речовини у ТПВ, розкладаючись, виділяють гнильні запахи і фільтрат. Під час висихання продукти неповного розкладання утворюють насичений забруднювачами та мікроорганізмами пил. У результаті відбувається інтенсивне забруднення повітря, ґрунту, поверхневих і ґрунтових вод. Рознощиками патогенних мікроорганізмів є мухи, щури, птахи, бездомні собаки та кішки. Патогенні мікроорганізми, що містяться у ТПВ, є збудниками гепатиту, туберкульозу, дизентерії, аскаридозу, респіраторних, алергічних, шкірних та інших захворювань. ТПВ містять також яйця гельмінтів, які зберігають свою життєстійкість упродовж багатьох років. Із пилом або фільтратом вони виносяться за межі складування та є джерелом забруднення.

Існують такі методи знезараження ТПВ:

- спалювання органічної складової на сміттєспалювальних заводах;
- оброблення дезінфікуючими розчинами;
- глибоке пресування з повним віджиманням фільтрату;
- капсулювання подрібненого ТПВ різними затверджувачами;
- біологічне знезараження в аеробних (компостування) та анаеробних (захоронення на полігонах) умовах.

Норми накопичення – це кількість ТПВ, яка розрахована на одиницю: людина у житловому фонді; одне місце у готелі; 1 м² торговельної площі для крамниць та складів; одне посадкове місце в їдальнях, кафе, ресторанах, кінотеатрах; одну дитину у яслах і дитсадках; одного учня шкіл, училищ, інститутів тощо

До ТПВ, які входять у норму накопичення від населення відносяться відходи, що утворюються у житлових будинках і громадських організаціях, включають відходи від ремонту приміщень, відходи від опалювальних пристроїв, опале листя, зібрані на вулицях і дворових територіях, і габаритні предмети

домашнього побуту. У містах норми накопичення вище, ніж у середніх і малих містечках. Орієнтовні норми накопичення ТПВ наведені у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Норми накопичення ТВП для міст

Об’єкти утворення відходів	Норми накопичення ТПВ на одного жителя				Густина, г/м³
	середньодобов а		середньорічна		
	кг	дм³	кг	дм³	
Повністю облаштовані будинки без відсортування харчових відходів	0,49– 0,51	2,12– 2,19	190– 195	770– 820	230–250
Необлаштовані будинки без відсортування харчових відходів	0,93	2,57	340	940	360
Будинки приватного сектору з присадибними ділянками	1,5	3,29	550	1 200	460

7.3 Збирання та утилізація твердих побутових відходів

Валове збирання – це збирання ТПВ без поділу на окремі складові. Періодичність вивезення відходів із домоволодінь встановлюється санітарними службами. Тип і ємність сміттєзбірників залежить від кількості відходів:

– у малоповерховій забудові – у сміттєзбірники, а потім вручну або механізовано – до кузова сміттєвоза;

– у багатоповерховій або групі малоповерхових – у стандартні контейнери на коліщатах, а потім механізовано – до сміттевозу;

– у місцях значного скупчення ТПВ встановлюють знімні контейнери-кузова.

В індивідуальній забудові встановлюють баки ємністю 35 дм^3 , які виставляє господар до моменту прибуття сміттевоза. У малоповерховій – баки ємністю 70, 110–120 та 210–220 дм^3 . Баки виготовляють із листової сталі, алюмінію або пластмаси. Краще використовувати баки з пластмаси, що мають меншу вартість. Термін служби у 2–3 рази більше ніж сталевих і становить 5–6 років. Також вони мають гарний вигляд, зручні в експлуатації. Вологі відходи не прилипають до стінок і не примерзають, зручні у процесі миття та дезінфекції. Але потрібно дотримуватися протипожежних заходів. У ряді країн використовують одноразові баки – паперові, картонні або пластмасові, ємністю 70–200 дм^3 . Можуть використовуватися мішки (для приватної забудови). Це мінімізує контакт обслуговуючого персоналу з відходами.

У багатоповерхових будівлях облаштовують сміттепроводи, які складаються з вертикального стовбура, відводів з приймальними пристроями, камер для збору ТПВ та вентиляційного каналу. Стовбур – труба діаметром 400–600 мм з азбестоцементу, бетону або сталі з гладкою внутрішньою поверхнею. Камера розміщується у підвалі або на першому поверсі, вона повинна бути ізольована від входу до житла, обладнана водопроводом і каналізацією. **Роздільне збирання** – це система, що вимагає від населення свідомого підходу. Наприклад, здійснюється економічне стимулювання за зібрану вторинну сировину. Отже, можна отримати відносно чисті вторинні ресурси.

Сміттевозний транспорт. Для збирання та транспортування ТПВ застосовують сміттевози ємністю від 6 м^3 до 60 м^3 . Є система ущільнення, що знижує обсяг у 1,5–2,0 рази. У важкодоступних місцях застосовуються невеликі сміттевози ємністю від 1 м^3 до 6 м^3 . Вони бувають:

- на самохідних шасі або моторолерах із самозвальним кузовом, відкритим або закритим;
- з осередками для малих сміттєзбірників, що називаються
- контейнерні сміттевози;
- у вигляді контейнерів на коліщатах, що буксируються тягачами.

Випускаються електросміттевози, які можуть працювати упродовж зміни без підзарядки. З зростанням міст місця знешкодження ТПВ все більше ніж віддаляються, а це істотно впливає на вартість перевезення. У багатьох країнах використовують великовантажні сміттевози з корисним об'ємом 20–50 м³, які до ущільнення вміщують 100–200 м³ сміття. Застосовують автопотяги, що складаються з автомобіля і автофургона.

Сміттєперезавантажувальні станції (СПС). На СПС здійснюється вивантаження ТПВ із малих сміттевозів, їх ущільнення й подальше завантаження у великовантажні транспортні засоби. Станіонарні станції мають продуктивність до 100 000 м³/рік. Сміттевоз з естакади розвантажує ТПВ у бункер-накопичувач, а далі в ущільнюючий пристрій. Ущільнювальна плита здійснює зворотно-поступальний рух і запресовує ТПВ у великовантажні транспортні засоби для перевезення.

Згідно із способом завантаження ТПВ СПС виконують з ущільненням і без ущільнення відходів. СПС без ущільнення ТПВ ефективні лише за малої продуктивності. Більше ніж поширення одержали СПС зі стаціонарними пресами для ущільнення ТПВ у кузові транспортних сміттевозів, завдяки чому можна максимально використовувати корисну вантажопідйомність транспортних сміттевозів. Дроблення і видалення ТПВ у каналізацію. Цей метод має перевагу перед вивізною системою. Подрібнені відходи з водою сплавляються каналізаційними мережами разом зі стічними водами на очисні споруди. У багатьох країнах широко застосовують сплав у каналізацію з квартир, ресторанів, їдалень, готелів та інших об'єктів. Сміттєдробарні пристрої встановлюють або під

кухонною мийкою, або під спеціальним бункером для збору ТПВ у квартирі. Існує два типи дробарок: порційні та безперервної дії.

Комплексна система управління твердими побутовими відходами передбачає таку схему вирішення проблеми з їх утилізацією:

- роздільне збирання небезпечних компонентів твердих побутових відходів;
- скорочення відходів;
- вторинне перероблення відходів;
- спалювання відходів;
- захоронення відходів.

Під скороченням відходів ми розуміємо не лише зменшення їх загальної кількості, а і зменшення їх токсичності та інших шкідливих властивостей. Істотного скорочення об'ємів ТПВ на сучасному етапі можна досягти виконуючи завдання: – видалення з твердих побутових відходів небезпечних токсичних компонентів (акумулятори, батарейки, люмінесцентні лампи) через відокремлене їх збирання; – видалення з твердих побутових відходів через відокремлене збирання відходів будівництва та будівельного сміття; – скороченням відходів паперу та пластику, які є домінуючими компонентами у твердих побутових відходах, складаючи 40–45 % від їх кількості.

7.4 Прибирання міських територій

Прибирання вулиць міста – це важливий захід, що забезпечує також захист від забруднення приземних шарів повітря і міських водойм. Прибирання дворів, тротуарів, внутрішньоквартальних проїздів виконують працівники ЖЕКу або інших організацій, які обслуговують будинки і прибудинкові території. Прибирання вулиць виконується працівниками дорожнєексплуатаційних управлінь. Для цього місто ділиться на ділянки, які обслуговуються механізованими колонами.

Влітку здійснюють механізоване прибирання вулиць, збирання грязьових наносів, листя, очищення зливових колодязів, підмітання вулиць. Підмітання вулиць полягає у відділенні сміття від дорожнього покриття, подавання його у бункер машини і вивезення до місць розвантаження бункера. Зменшення пилоутворення при цьому досягається зволоженням покриттів прибиральними машинами з розрахунку 0,01–0,015 л/м². У жаркий час вулиці зазвичай поливають (витрата води 0,2–0,5 л/м²) поливними машинами кілька разів на день. Вулиці миють потужним струменем води під тиском 3–5 атм. При цьому вода змиває сміття і пил з дорожнього покриття, направляючи його у лотки вулиць і водоприймальні колодязі. Поливомийні машини використовують також і для поливання зелених насаджень. Вулиці з великою інтенсивністю руху влітку підмітають і миють кожен день. Вулиці з малою інтенсивністю – через 1–2 доби вдень.

Відстійні колодязі зливової каналізації обов'язково вичищають навесні, а потім – за мірою необхідності. Для механізованого прибирання наносів після дощів або взимку снігу, застосовують автогрейдери та інші механізми. Взимку здійснюють прибирання свіжого і злежалого снігу, боротьбу з ожеледицею шляхом посипання піском або сольовими сумішами. Складність зимового прибирання міста полягає у тому, що заздалегідь практично неможливо визначити обсяг робіт і час їх проведення, які необхідно виконувати у найкоротші терміни. До першочергових завдань прибирання відносяться згрібання і підмітання снігу, посипання піском обледеніх ділянок, видалення снігового валу на перехрестях, на зупинках транспорту, біля виїздів з дворів. Роботи другої черги – формування снігових валів, видалення снігу з проїздів, сколювання льоду і видалення накатів.

Для боротьби з ожеледицею застосовують:

– піскосоляну суміш, що складається з 92–97 % піску та 3–8 % NaCl або CaCl₂;

– іноді застосовують розчин CaCl_2 з концентрацією $> 30 \%$, який наноситься поливними машинами з розрахунку $15\text{--}20 \text{ г/м}^2$ згідно сухої речовини.

Також існують спеціальні суміші піску з CaCl_2 , каталізовані фосфатами, які дозволяють у 10 разів зменшити витрату реагентів і позбавити дороги від піску. Варто мати на увазі, що солі та хімічні реагенти роз'їдають взуття, покриття і кузова автомобілів, чинять негативний вплив на рослини і тварин (домашніх та тих, що живуть на вулиці).

У період відлиги забруднені води спрямовуються у міські водотоки і водойми, підвищуючи їх мінералізацію, засолюють ґрунти і ґрунтові води. Тому застосовувати їх слід лише у разі крайньої необхідності. Гранітна та мармурова крихти – екологічно безпечні продукти, які, завдяки своїм якостям, завоювали велику популярність у країнах Європи, де вже давно відійшли від використання солі для боротьби з ожеледицею. Кам'яні крихти володіють високою міцністю, до їх складу не входять агресивні компоненти, вони володіють високою ефективністю навіть за значної ожеледі, а також не псують дорожнє покриття і взуття. Для посипання зазвичай використовується кам'яна крихта фракції 2–6 мм. Може здатися, що використання кам'яної крихти занадто дороговартісне, але це зовсім не так.

Навесні, коли сніг повністю зійде і доріжки просохнуть, крихту можна зібрати за допомогою пилососа або віника і зберегти до наступної зими. Мармурова крихта, порівняно з гранітною, має більшу теплоємність, тому вона швидше руйнує лід.

7.5 Полігони твердих побутових відходів

Полігони – це природоохоронні споруди, вони призначені для складування ТПВ і забезпечують:

– захист від забруднення атмосфери, ґрунтів і поверхневих вод;

– перешкоджають поширенню патогенних мікроорганізмів за межі полігону;

– забезпечують знезараження ТПВ біологічним способом.

На полігонах можлива утилізація біогазу. Термін служби полігону повинен бути не менше ніж 15–20 років.

Відстань від найближчої забудови – не менше ніж 500 м. До полігону повинна бути підведена дорога з твердим покриттям, а периметром – влаштована захисна лісосмуга шириною не менше ніж 20 м. Рівень ґрунтових вод під полігоном повинен перебувати на глибині більше ніж 2 м без виходів джерел води. Забороняється використовувати під полігони акваторії річок, озер, боліт. Полігон розбивається на карти. Складування на кожному майданчику відбувається впродовж 1–2 років. Із днища і бортів майданчиків укладають протифільтраційний екран і систему відведення фільтрату. Робочі карти обладнують переносними сітками для перехоплення легких фракцій (папір, плівка). Заповнені карти перекриваються шарами ґрунту.

Польове компостування – це найбільш простий спосіб знешкодження та перероблення ТПВ. Він являє собою складний аеробний процес зі значним виділенням тепла, що повністю відбувається за 6–18 місяців залежно від кліматичних умов. Органічні речовини розкладаються з утворенням рухомих форм гумінових кислот, що добре засвоюються рослинами. У результаті компостування синтезується гумус, а це основний компонент ґрунту.

Відходи – це невикористані для виробництва даної продукції компоненти сировини та енергії, що не піддаються утилізації в цьому виробництві. Але відходи одного виробництва можуть слугувати сировиною для іншого виробництва.

Тверді побутові відходи (ТПВ) – непридатні для подальшого використання харчові продукти та предмети побуту, що викидаються людиною.

Утилізація – передбачає вживання з користю.

Реутилізація – отримання з використаної продукції нової, того

самого або близького їй типу (папір з макулатури, метал з металобрухту, скла з бою скла тощо).

Вторинні матеріальні ресурси (ВМР) – сукупність усіх видів відходів, які можуть бути використані як основної або допоміжної сировини для випускання нової продукції.

Фільтрат – рідка складова ТПВ, зазвичай є сильно забрудненою. Відходи поділяють на:

- побутові, промислові, сільськогосподарські, будівельні, радіоактивні, відходи споживання (вироби і машини, які втратили свої споживчі властивості у результаті фізичного або морального зносу);

- токсичні – відходи, здатні викликати отруєння або інше ураження живих організмів.

Запитання для самоконтролю

- 1 Які є елементи системи водопостачання?
- 2 Що таке каналізація, з яких елементів вона складається, як розміщується в місті?
- 3 З чого складається система газопостачання міст?
- 4 Які елементи входять до складу систем централізованого тепlopостачання міст?
- 5 Як здійснюється електропостачання міст?
- 6 Що входить у системи інформації міст?
- 7 У чому полягає санітарна очищення міських територій?
- 8 Як збираються і видаляються тверді й рідкі відходи?
- 9 Які є системи збирання і видалення твердих відходів?
- 10 Як відбувається видалення побутових відходів із приміщень та їхнє короткочасне зберігання?
- 11 Як організовуються роботи з вивезення сміття?
- 12 Які є методи знешкодження побутових відходів?
- 13 Як здійснюється літнє та зимове прибирання міських територій?

Тема 8 Сталий розвиток міст та зелене будівництво

8.1 Системи зовнішнього освітлення.

8.2 Принципи і напрями екологічно стійкого розвитку міста.

8.3 Модель екологічного міста. «Розумні сталі» міста.

8.4 Глобальні цілі сталого розвитку у контексті екології міських систем.

8.1 Системи зовнішнього освітлення

Освітлення міст – одна з найважливіших задач сучасного інженерного благоустрою міських територій, що передбачає створення необхідної освітленості та 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 лише створити елементарні зручності, а й сприятливі умови для вечірніх прогулянок у оточенні освітлених дерев, чагарників і квітів.

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 тощо, а також цілих комплексів);

- для рекламного освітлення (інформація для населення про торгівельні, побутові та культурні новації, оформлення вітрин магазинів, кіосків тощо);

– для світлових сигналів (показчики для транспорту і пішоходів напрямів руху, місць зупинок, стоянок, переходів). Усі види установок працюють у взаємодії одна з одною.

Водночас враховуються яскравість дорожніх покриттів вулиць, майданів і тротуарів, яскравість вітрин, світлових реклам і світильників, освітлених пам'яток 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 розміщення 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 відповідно з прийнятими нормами середньої яскравості удосконалених покриттів. Для освітлення міських територій застосовують різноманітні джерела світла. Найбільш поширені: 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 правильної 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. В 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 із врахуванням категорії і планування вулиць, архітектурних вимог, озеленення тощо. Освітлення території мікрорайонів Території мікрорайонів у вечірній і нічний час освітлюють із метою створення сприятливих умов для їх мешканців, які користуються тротуарами та 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 громадського транспорту і до виїздів з мікрорайонів. Для проїзду спеціального транспорту (сміттєвози, пожежні машини), які мають значні габарити, під час розміщення ліхтарів, особливо на поворотах, передбачають можливість їх проїзду.

Пішохідні доріжки і тротуари, розміщені безпосередньо уздовж фасадів, зазвичай освітлюються ліхтарями, встановленими біля входів. Вузькі проїзди, тротуари, розміщені біля будівель, допускається освітлювати ліхтарями, які встановлюються на стінах будинків, за умови зручного доступу до них.

Для освітлення великих дворів, ігрових майданчиків або взимку ковзанок використовують ліхтарі, які розміщують на високих опорах. Для освітлення східців, невеликих газонів, квітників, зелених насаджень, басейнів у мікрорайонах застосовують низько розміщені ліхтарі. Їх виконують у вигляді настільних ламп із рефлекторами, вони можуть мати форму грибів, кулі, циліндрів різної висоти і конфігурації. Такі ліхтарі

виступають як малі архітектурні форми і прикрашають мікрорайони.

8.2 Принципи і напрями екологічно стійкого розвитку міста

Управління процесом стійкого розвитку міста вимагає постійного моніторингу наявних потоків речовини та енергії між містом і навколишніми територіями, кількісного оцінювання цих потоків, а також оцінки довгострокових результатів прийняття тих або інших управлінських рішень. Європейська конференція з проблем стійкого розвитку міст, що проходила у травні 1994 р. в м. Ольборг (Данія) прийняла «Хартію стійкого розвитку європейських міст», в якій:

- зазначено, що місто є найдрібнішою територіально-адміністративною одиницею, на рівні якої можна вирішувати проблеми стійкого розвитку комплексним чином;

- визнається, що оскільки кожне місто істотно відрізняється від іншого, для кожного конкретного міста доведеться шукати індивідуальний шлях переходу до стійкого розвитку;

- зазначено, що місто не має права поширювати свої проблеми на навколишній простір.

Водночас необхідно враховувати, що будь-які міські проблеми, що не отримали вирішення на місцевому рівні, будуть неминуче поширені на регіональний або навіть національний рівень. Процес стійкого розвитку передбачає врахування екологічних чинників під час проведення економічної політики та широке застосування економічних, соціальних і управлінських механізмів регулювання природоохоронної діяльності.

Основними завданнями, що вирішуються для забезпечення стійкого розвитку міста, є:

- зниження негативної антропогенної дії на довкілля;

- забезпечення збалансованого розвитку екологічних, економічних, соціальних і адміністративних процесів; енерго- і ресурсозбереження;

- будівництво будівель нового типу з утилізацією всього внутрішнього тепла і заощадженням енергії тощо.

Екореконструкція будь-якого міста повинна виконуватися на усіх рівнях – від генерального плану міста до окремих будівель й інженерних споруд, а також його оточення – прилеглих територій. У регіоні, до складу якого входить місто, що реконструюється, головною метою має бути досягнення екологічно обґрунтованого співвідношення урбанізованих і природних територій.

8.3 Модель екологічного міста. «Розумні сталі» міста

Зростання населення Землі, урбанізація, ускладнення виробничих процесів і економічних відносин, погіршення екологічної обстановки, транспортні, і що найважливіше – соціально-психологічні проблеми свідчать, що сучасне місто перебуває на межі своїх можливостей задовольняти потреби населення. Сучасне мале місто не здатне надати різноманітні можливості, необхідні для збереження активного молодого населення. Мегаполіси, навпаки, привертаючи багатограними можливостями все більші маси людей, все гірше справляються зі своїми функціями. Жителі мегаполісів задихаються від газів, стресів і конфліктів, психічних розладів, нестачі часу і сил на подолання величезних відстаней. Велике місто, апріорі позбавлене переваг малого, тепер втрачає і свої власні.

Наразі існує достатньо багато понять про «екомісто»:

- екомісто – екологічно здорове місто;
- екомісто – поселення людей, яке дозволяє його жителям мати хорошу якість життя і мінімально використовує природні ресурси;
- екомісто – найміцніший вид поселення, в якому люди вміло будують, а місто, що забезпечує прийнятний рівень життя,

не виснажує при цьому екосистеми або біогеохімічні цикли, від яких вони залежать;

- екомісто – це місто, в якому екологічні вимоги поєднуються з соціально-економічними умовами;

- екомісто – місто, яке створює економічні можливості для своїх громадян у побудові відкритого, стійкого і ресурсоефективного шляху, а також захищає і піклується про місцеву екологію і глобальні суспільні блага, таких, як довкілля, для майбутніх поколінь (визначення дане Всесвітнім банком).

Незважаючи на складні взаємозв'язки і взаємозалежності в компонентах міст, їх екологічно стійкий розвиток можна розглядати у таких основних аспектах:

- біологічний – стійкість екосистем, що передбачає їх самовідновлення, біорізноманітність, високу продуктивність тощо;

- середовищезахисний – охорона і відновлення елементів біосфери, ресурсозбереження;

- соціоекологічний – задоволення фізіологічних потреб жителів у чистому повітрі, воді, якій їжі, а також екологічно комфортних умовах проживання та психоемоційних потребах спілкування з природою.

Основною метою екологічно стійкого розвитку міст є забезпечення необхідних потреб людей, що живуть нині, і наступних поколінь в умовах збалансованої взаємодії суспільства з навколишнім природним середовищем. Основні принципи функціонування екологічно стійкого міста:

- збалансованість економіки та екології, що передбачає при здійсненні господарської діяльності збереження і відновлення природного середовища;

- екологізація господарських і технологічних процесів, яка направлена на зменшення забруднення довкілля, збереження природних ресурсів;

- використання енергозбережних технологій, пристроїв, приладів, відновлюваних і альтернативних джерел енергії;

- зменшення обсягів утворення відходів та їх утилізація;

- екологізація транспорту;

- екологічність проектування і будівництва, зокрема з використанням зелених технологій і конструкцій;

- моральність у взаємостосунках людини і природи.

З урахуванням зазначеного, завдання функціонування екологічно стійкого міста включають:

- забезпечення екологічної безпеки міста та екологічної санітарії;

- ресурсо- і енергозбереження у всіх сферах життя міста;

- збереження та відновлення флори, фауни, природних ландшафтів міста;

- екологізацію будівництва та виховання екологічної свідомості жителів міста.

Отже, екологічно стійке місто повинне:

- забезпечувати стійкий розвиток економіки;

- ефективно застосовувати ресурси і мінімізувати споживання енергії, води і продуктів харчування, виключити безрозсудне виділення тепла;

- використовувати відновлювані джерела енергії та перетворювати відходи в енергію;

- бути компактним і сприяти ефективному землекористуванню;

- мінімізувати використання транспортних засобів;

- продукувати мінімальну кількість шкідливих речовин, що надходять у повітря і водні джерела, а також відходів;

- відновлювати природні комплекси;

- забезпечувати якісне міське життя і довкілля, а також здоровий соціальний клімат і зберігати місцеву культуру;

- естетично поєднувати елементи природної природи та будівлі і споруди, що вписуються в них;

- екологічно виховувати і просвіщати своїх жителів.

Зелене місто. Урбанізовані структури поглинають озеленені ділянки міста, погіршуючи його екологічні характеристики. Сучасні тенденції в містобудуванні (зростання і ущільнення забудови міського простору) витісняють місця комфортного відпочинку людини, тобто такі місця, які відділяють людину від чинників міста, що згубно позначаються

на здоров'ї населення (шуму, пилу, агресивного міського середовища). Особливо це відчувається у центральній частині великих міст. Інтенсивна забудова збільшує щільність споруд і часто норми з кількості озеленення на одного жителя не дотримуються. В цій ущільненій забудові, де розміщені будівлі і місця паркування транспорту, немає площ для створення рекреаційних зон. Водночас, сучасні підходи до озеленення міського простору дозволяють вирішувати проблеми екології без радикальних методів перетворення міського середовища (без зносу будівель для створення нормованої кількості озелених зон). Наразі важливим напрямом у розвитку архітектури міста є вироблення сучасних способів формування зон екологічного комфорту в умовах ущільненої забудови.

До них можна віднести:

- застосування вертикального озеленення фасадів;
- озеленення дахів будівель;
- будівництво екопарковок;
- використання мобільних систем озеленення.

Зокрема, мобільні системи озеленення необхідні в умовах ущільненої забудови центральної частини міста або під час створення зон рекреації у стислі терміни. Це легко вмонтовувані системи, що мають мобільний, переносний характер, які дозволяють середовищу міста регулярно змінюватися, бути більш різноманітним, неоднорідним і цікавим для жителів міста. Сучасні системи озеленення – один із способів впровадження в структуру міста необхідних для людини зелених елементів.

Вони відіграють три основні ролі:

- утилітарна – полягає у забезпеченні функціональної різноманітності за допомогою озелених просторів, а також у виявленні просторових, композиційних і функціональних зв'язків;
- санітарно-гігієнічна – полягає у формуванні повноцінного простору міського середовища, що відповідає вимогам комфорту – нейтралізація негативних чинників: шуму, пилу, газу, перегрівання та насичення повітря фітонцидами;

– естетична – полягає у створенні сприятливих умов в місті з погляду психологічного та емоційного комфорту, організації композиційно-художніх просторів, створенні композиційних зв'язків між природою та урбанізованими територіями.

Сучасні вимоги до архітектурно-планувальної організації зон екологічного комфорту визначаються такими тенденціями:

- вирішення екологічних проблем міста, що вимагають створення та вдосконалення великих зелених зон;
- зростання ролі духовних цінностей: потребою суспільства в охороні національного пейзажу, пам'ятників культури й природи;
- пріоритетне значення естетичних вимог;
- розвиток різноманітності форм садово-паркової архітектури, а також створення нових видів рослин, що виживають у несприятливій екологічній обстановці великих міст;
- пропозиція нових рішень для створення зон екологічного комфорту, а головне – вирішення проблеми нестачі місця в міському просторі для розміщення таких зон.

Вертикальне озеленення

Одним з найцікавіших, оригінальних, і водночас простих засобів декорування будівель і споруд є вертикальне озеленення фасадів. За допомогою рослин можна отримати чудовий декоративний ефект фасаду, що особливо актуально там, де спостерігається постійна нестача місця для висадки рослин, зокрема серед міських багатоповерхівок.

Зелені рослини – це не лише засіб декору, це ще і неоцінима користь, яку дає сама природа. Так, використання вертикального озеленення фасадів допомагає регулювати тепловий режим внутрішніх приміщень будівель, дає можливість замаскувати зовні непривабливі споруди і створити оптимальні мікрокліматичні умови – понизити рівень шуму, силу вітру, підвищити вогкість, створити тінь, збагатити повітря киснем, поглинути шкідливі гази і пил. Крім того, вертикальне озеленення чинить позитивну емоційну дію.

8.4 Глобальні цілі сталого розвитку у контексті екології міських систем

У вересні 2015 року в рамках Саміту ООН для прийняття Порядку денного в галузі розвитку на період після 2015 року були прийняті 17 Цілей Сталого розвитку.

Ціль 11. Забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст і населених пунктів.

11.1. До 2030 року забезпечити загальний доступ до достатнього, безпечного і недорогого житла й основних послуг і упорядкувати нетрі.

11.2. До 2030 року забезпечити всім можливість користуватися безпечними, недорогими, доступними та екологічно стійкими транспортними системами на основі підвищення безпеки дорожнього руху, зокрема розширення використання громадського транспорту, приділяючи особливу увагу потребам тих, хто перебуває в уразливому становищі, жінок, дітей, інвалідів і літніх осіб.

11.3. До 2030 року розширити масштаби відкритої для всіх і екологічно стійкої урбанізації та можливості для комплексного і сталого планування населених пунктів та управління ними на основі широкої участі в усіх країнах.

11.4. Активізувати зусилля із захисту та збереження всесвітньої культурної і природної спадщини.

11.5. До 2030 року істотно скоротити кількість загиблих і постраждалих та значно зменшити прямий економічний збиток у вигляді втрат світового валового внутрішнього продукту внаслідок лих, зокрема пов'язаних з водою, приділяючи особливу увагу захисту малозабезпечених і вразливих груп населення.

11.6. До 2030 року зменшити негативний екологічний вплив міст у перерахунку на одну особу населення, зокрема шляхом приділення особливої уваги якості повітря і видаленню міських та інших відходів.

11.7. До 2030 року забезпечити загальний доступ до безпечних, доступних і відкритих для всіх зелених зон і громадських місць, особливо для жінок і дітей, літніх людей та інвалідів.

11.a. Підтримувати позитивні економічні, соціальні та екологічні зв'язки між міськими, приміськими і сільськими районами на основі підвищення якості планування національного та регіонального розвитку.

11.b. До 2020 року значно збільшити кількість міст і населених пунктів, що прийняли та реалізують комплексні стратегії і плани, спрямовані на усунення соціальних бар'єрів, підвищення ефективності використання ресурсів, пом'якшення наслідків зміни клімату, адаптацію до його зміни та здатність протистояти стихійним лихам, а також розробити й упровадити, відповідно до Сендайської рамкової програми зі зниження ризику лих на 2015–2030 роки, заходи з комплексного управління ризиками, пов'язаними з лихами, на всіх рівнях.

11.c. Надавати найменш розвиненим країнам сприяння, зокрема шляхом фінансової та технічної допомоги, у будівництві екологічно стійких і міцних будівель із використанням місцевих матеріалів.

Для оцінювання рівня сталого розвитку міст використовують індекси сталого розвитку (8.1).

Таблиця 8.1 – Індекси сталого розвитку

Категорія	Показник	Вага
CO ₂	Емісія CO ₂ .	33 %
	Інтенсивність CO ₂ .	33 %
	Стратегія скорочення CO ₂ .	33 %
Енергія	Використання енергії.	25 %
	Інтенсивність енергії.	25 %
	Використання відновлюваних видів енергії.	25 %
	Ефективність політики.	25 %
Будівництво	Споживання енергії житловими будинками.	33 %
	Стандарти енергоефективності будівель.	33 %
	Ініціативи енергоефективності будівель.	33 %
Транспорт	Використання не автомобільного транспорту.	29 %
	Розмір мережі не автотранспорту.	14 %
	Просування зеленого транспорту.	29 %
	Політика скорочення заторів.	29 %
Вода	Споживання води.	25 %
	Система водопостачання.	25 %
	Очищення стічних вод.	25 %
	Політика ефективності очищення води.	25 %
Відходи і використання землі	Виробництво побутових відходів.	25 %
	Переробка відходів.	25 %
	Політика скорочення відходів.	25 %
	Зелена політика землекористування.	25 %
Якість повітря	Діоксид азоту.	20 %
	Озон.	20 %
	Тверді частки.	20 %
	Діоксид сірки.	20 %
	Політика чистого повітря.	20 %
Екологічне управління	План зелених дій.	33 %
	Зелене управління.	33 %
	Участь громадськості в зеленій політиці.	33 %

Запитання для самоконтролю

- 1 Охарактеризуйте основні екологічні та соціально-економічні проблеми великих міст.
- 2 Що являє собою процес стійкого розвитку міст?
- 3 У чому полягає головна мета стійкого розвитку міст?
- 4 У чому полягає сутність екологізації міста?
- 5 Розкрийте поняття «екологічно стійке місто».
- 6 Зазначте головну мету екологічно стійкого розвитку міста.
- 7 Зазначте принципи екореконструкції існуючих міст.
- 8 Чим зумовлена актуальність екологічної реконструкції міст?
- 9 Розкрийте значення вертикального озеленення будинків.
- 10 У чому полягають переваги озеленення дахів будівель?
- 11 Висловіть своє ставлення до проєктів міст майбутнього.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Аварія екологічна – значне пошкодження промислових, транспортних, побутових та інших об'єктів, у результаті яких відбувається викидання у довкілля шкідливих речовин у таких кількостях, що створюється реальна загроза населенню і довкіллю.

Аеротенк – проточний залізобетонний резервуар для біологічного очищення стічних вод активним мулом шляхом продування крізь нього стисненого повітря.

Баланс водний – співвідношення за обраний проміжок часу (рік, місяць) надходження і витрат води з урахуванням зміни її запасів для водозбірної басейну чи ділянки території, водного об'єкта, країни, материка, планети в цілому або для іншого досліджуваного об'єкта.

Баланс екологічний – кількісне поєднання екологічних компонентів, які забезпечують екологічну рівновагу.

Басейн підземних вод – зона поширення одного або кількох водоносних пластів, що мають спільний напрям розвантаження.

Басейн поверхневого водного об'єкта – територія, що включає водозбірні площі гідравлічно зв'язаних водойм і водотоків, головний з яких впадає у море чи озеро.

Біологічне очищення стічних вод – один з найбільш поширених методів очищення побутових і промислових стічних вод за допомогою мікроорганізмів, які нейтралізують забруднювачі органічного походження.

Біоплато – інженерні споруди різних типів, за основу роботи яких взяте використання життєдіяльності різних організмів (бактерії, водорості).

Вакуум-фільтр – фільтр, в якому під шаром фільтрувальної речовини виникає вакуум, бувають періодичної та безперервної дії.

Важкі метали – хімічні елементи з атомним номером понад 20 у періодичній системі елементів Д. І. Менделєєва (лужні, лужноземельні та благородні метали).

Вибух демографічний – різке збільшення кількості населення на Землі, пов'язане з певними соціально-економічними і загальноекономічними умовами життя.

Викидання гранично допустиме (ГДВ) – науково-технічний норматив, який встановлюється для кожного окремого стаціонарного джерела забруднення атмосферного повітря з урахуванням технічних нормативів викидання і фоновому забрудненню атмосферного повітря за умови, що викиди забруднювальних речовин від цього джерела та від усієї сукупності джерел міста чи іншого населеного пункту з урахуванням перспективи розвитку промислових підприємств та розсіювання (при найбільш несприятливих метеорологічних умовах) і перетворення забруднювальних речовин в атмосфері забезпечать приземну концентрацію, що не перевищить встановлених норм якості повітря.

Вібрація – складний процес коливань із широким діапазоном частот, який виникає як результат передачі змінного тиску від механічного джерела та є однією з форм фізичного забруднення міського середовища.

Відходи – невикористані залишки продуктів виробництва, побуту, транспорту в місцях їх утворення, що мають реальну або потенційну цінність як продукт для інших галузей або регенерації (відновлення).

Води стічні – це комунальні та промислові стоки населених місць (побутові, виробничі, дощові з вулиць, промислових майданчиків, районів усіх типів забудов), використані людиною й відведені після користування.

Води територіальні – частина морської або океанічної акваторії, яка прилягає до берега морської держави і перебуває під її юрисдикцією.

Водосмність виробництва – кількість води, потрібна для виготовлення продукції виробництва.

Водозабір – комплекс гідротехнічних споруд для вилучення й транспортування води з метою використання господарських, побутових і технічних потреб.

Водойма – водний об’єкт, який характеризується скупченням проточної чи нерухомої води (річки, озера, моря, океани, водосховища, ставки, канали).

Водокористування – використання водних об’єктів для задоволення будь-яких потреб населення і народного господарства.

Гідроциклон – апарат для розділення у водному середовищі часток із різною масою (сепарування часток під час очищення рідин, газів і перероблення відходів з метою їх утилізації).

Гранично допустима доза (ГДД) – термін у галузі радіаційної безпеки, введений для оцінювання можливої шкоди здоров’ю людини від хронічної дії іонізуючого випромінювання.

Деградація ландшафту – необоротні зміни структури ландшафту, які призводять до неможливості виконання ландшафтом соціально-економічних функцій.

Деградація навколишнього природного середовища – поступове зниження якості навколишнього природного середовища, природних умов і соціального середовища життя людини.

Дренаж – система заходів осушення місцевості шляхом штучного зниження рівня ґрунтових вод або їх відведення за допомогою каналів, труб тощо

Життєздатність екосистеми – здатність екосистеми витримувати порушення балансу екологічних компонентів або інтенсивні антропогенні навантаження без розвитку у них процесів деградації розпаду, руйнування або переходу.

Жорсткість води – властивість води, зумовлена наявністю у ній солей кальцію і магнію, під час нагрівання та випаровування проявляється в утворенні твердих відкладень у вигляді накипу на стінках парових котлів, теплообмінників труб тощо.

Забруднення довкілля – процес зміни властивостей середовища (хімічних, механічних, фізичних, біологічних і пов’язаних з ними інформаційних), що відбувається внаслідок природних чи антропогенних процесів, які спричиняють

погіршення функцій природи, щодо розглянутого об'єкта (людини, біологічного організму, об'єкта життєдіяльності людини).

Забруднення фізичне – пов'язане зі змінами фізичних, температурно-енергетичних, хвильових і радіаційних параметрів зовнішнього середовища.

Забруднювач – будь-який фізичний агент, хімічна речовина або біологічний вид (переважно мікроорганізми), які потрапляють у довкілля або утворюються у ньому в кількостях, що перевищують гранично допустимі концентрації та зумовлюють забруднення середовища.

Знезараження води – знищення у воді кількості хвороботворних мікроорганізмів за допомогою хлорування, озонування, оброблення іонами міді, срібла, радіаційним методом тощо.

Зона зелена – територія за межами міста, що зайнята лісами та лісопарками, які виконують захисні, санітарно-гігієнічні та рекреаційні функції.

Інвентаризація відходів – комплекс разових організаційно-технічних заходів із виявлення, ідентифікації, описання, реєстрації відходів, обліку обсягів їх утворення, утилізації та видалення, а також виявлення та обстеження місць утворення відходів та об'єктів поводження з ними.

Індекс якості довкілля – кількісний показник стану довкілля, який характеризує його придатність для життя організмів, виражається ступенем інтенсивності розмноження, захворюваності, смертності або виживання організмів.

Каналізація – комплекс інженерних споруд і обладнання, які забезпечують збирання, очищення і відведення стічних вод, а також атмосферних опадів із території населених пунктів і промислових підприємств.

Категорія якості води – показник ступеня забрудненості водного об'єкта, який визначається за сукупністю встановлених показників складу і властивостей води, дотримання якого є обов'язковим упродовж визначеного часу.

Контроль за довкіллям – спостереження за станом і зміною особливо важливих для людини і живих організмів характеристик середовища (повітря, води, ґрунтів тощо), зіставлення одержаних даних із нормативами, виявлення джерел забруднення.

Механічне очищення стічних вод – видалення нерозчинних у воді (механічних) забруднень за допомогою технічного обладнання методами відстоювання, фільтрування, флотації тощо.

Навантаження антропогенне – ступінь прямого і опосередкованого впливу людей та їх господарювання на природу в цілому або на її окремі екологічні компоненти (ландшафти, природні ресурси, види живих істот).

Народонаселення – кількість людей, які живуть у межах певної території, міста, району, країни, континенту і на Землі в цілому.

Нейтралізація відпрацьованих газів автомобіля – знезараження вихлопних газів за допомогою каталізаторів або пристроїв для спалювання у відкритому полум'ї, які встановлюються безпосередньо в автомобілі.

Озера – водойми, розміщені у природних западинах, вода може бути прісною або солоною.

Опріснення води – зменшення кількості солей, що містяться у природних водах, до рівня, необхідного для використання у промисловості або у побуті (електроліз та обернений осмос).

Острів тепла – зона підвищених температур над містами та промисловими центрами, яка виникає у результаті підвищеного викиду теплової енергії.

Очищення стічних вод – багатоступеневий процес видалення забруднень зі стічних вод, який включає механічне, хімічне, фізико-хімічне та біологічне очищення та дезінфекцію від бактеріальних забруднень.

Пил – тверді частинки, які спричиняють атмосферне забруднення.

Поля фільтрації – спеціально влаштовані території для біологічного очищення стічних вод від забруднення.

Рекреаційна зона – ділянки суходолу та водного простору, призначені для організованого масового відпочинку населення і туризму.

Рекреаційна територія – певна територія, яка дістала широке застосування у сфері оздоровлення масового відпочинку людей та екскурсій.

Рекреаційне навантаження – ступінь безпосереднього впливу відпочивальників, транспортних засобів і тимчасових житлових та інших споруд на рекреаційні об'єкти (виражається кількістю людей на одиницю площі за певний проміжок часу).

Рекуперація (відходів) – процес вилучення цінних речовин, які беруть участь у технологічному процесі і які зазвичай потрапляють у відходи та повернення їх у початковому товарному вигляді для повторного використання.

Санітарно-захисна зона – територія між підприємством і житловим масивом, вільна від будь-яких забудов, що забезпечує нейтралізацію шкідливих викидів природним шляхом.

Сель – короткочасний бурхливий потік або паводок на гірських річках, із високим вмістом (до 75 %) ґрунту та уламків гірських порід, що призводять до значних руйнувань на шляху свого руху.

Смог (від англ. smog (smoke)) – дим, кіптява і густий туман) – поєднання пилових частинок і крапель туману.

Стічні води – води, які відводяться після використання у побутовій і виробничій сфері діяльності людини. До них відносять також дощові стоки з забудованих територій.

Теплове забруднення – один із видів фізичного забруднення середовища, що характеризується періодичним або довготривалим підвищенням його температури вище природного рівня.

Транскордонне перенесення забруднення – поширення забруднень з території однієї держави (регіону) на територію іншої, що супроводжується погіршенням екологічного стану незабруднених територій.

Умовно чиста вода – стічні води, скидання яких у водойму без очищення не призводить до порушення норм якості води у місцях водокористування.

Урбанізація (від лат. *urbanus* – міський) – процес збільшення кількості міст і населення у них, що призводить до зменшення кількості сільського населення.

Утилізація забруднювальних речовин – використання речовин, що містяться у промислових комунальних і побутових викидах, що забруднюють довкілля.

Фторування води – додавання до питної води сполук фтору з метою запобігання карієсу зубів.

Хлорування води – оброблення питної або стічних вод хлором із метою їх знезараження.

Шумове забруднення – форма фізичного забруднення, що перевищує звичайний рівень шуму внаслідок роботи транспорту, промислового обладнання, побутових приладів тощо.

Шум екологічний – одна з форм фізичного забруднення довкілля, адаптація організму до якого практично неможлива.

Якість води – збереження встановлених гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин.

Яма відстійна – басейн або резервуар, що призначені для збирання та первинного очищення здебільшого твердих завислих домішок стічних вод у процесі відстоювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авраменко С. Х., Гуляєв В. М., Волошин М. Д. Екологія міських систем та основних виробництв промисловості : навчальний посібник. Київ–Дніпродзержинськ : НМЦ ВО — ДДТУ, 2007. 483 с.
2. Василенко І. А., Півоваров О. А., Трус І. М., Іванченко А. В. Урбоекологія. Дніпро : Акцент ПП, 2017. 309 с.
3. Запорожець О., Мовчан Я., Гавриленко В., Гаврилюк Р., Гай А., Гулевець Д. Елементи сучасної урбоекології : навчальний електронний посібник. Київ : НАУ, 2015. 265 с.
4. Клименко М. О., Пилипенко Ю. В., Мороз О. С. Екологія міських систем : підручник. Херсон : Олді-плюс, 2012. 294 с.
5. Климчик О. М., Багмет А. П., Данкевич Є. М., Матковська С. І. Екологія міських систем. Частина 1. Природно-техногенні комплекси : навчальний посібник. Житомир : Житомирський національний агроєкологічний університет; Видавець О. О. Євенок, 2016. 460 с.
6. Климчик О. М., Багмет А. П., Данкевич Є. М., Матковська С. І. Екологія міських систем. Частина 2. Екологічна безпека : навчальний посібник. Житомир : Житомирський національний агроєкологічний університет; Видавець О. О. Євенок, 2017. 457 с.
7. Стольберг Ф. В. Екологія міста (урбоекологія) : підручник. Київ : Лібра, 2000. 464 с.
8. Цигичко С. П. Екологія в архітектурі і містобудуванні : навч. посібник. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків : ХНАМГ, 2012. 146 с.
9. Шилова Т. О. Міська екологія : навч. посіб. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури, ВСП «Ін-т післядиплом. освіти». Київ : КНУБА, 2015. 199 с.
10. Шилова Т. О. Міське комунальне господарство : Навчальний посібник. Київ : КНУБА, 2006. 272 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

11. ДБН 360-92**. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. Київ : Мінбудархітектури України, 2000. 109 с.

URL : <https://ips.ligazakon.net/document/view/fin35002?an=70>.

12. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012.

URL : https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_2_2_5_2011/1-1-0-1033.

13. ДБН Б.2.2-6:2013. Склад та зміст схеми санітарного очищення населеного пункту. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013.

URL : https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_2_2_6/1-1-0-1124.

14. ДБН В.1.1-3-97. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення. Київ : Держбуд України, 1998.

URL : <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-293>.

15. Закон України Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2918-14>.

16. Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0056-18#n15>.

17. Типові правила благоустрою території населеного пункту. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1529-17>.

18. Правила утримання жилих будинків та прибудинкових територій. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0927-05>.

Навчальне видання

Аблєєва Ірина Юріївна

Екологія міських систем

Конспект лекцій
для студентів спеціальностей 183 «Технології захисту
навколишнього середовища» та 101 «Екологія»
усіх форм навчання

Відповідальний за випуск Л. Д. Пляцук
Редактор Н. М. Мачуга
Комп'ютерне верстання Є. В. Батальцева

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 10,46. Обл.-вид. арк. 11,12.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.