

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Т. О. Шилова, Р. М. Тригуб

МІСТОПЛАНУВАННЯ ТА ЗМІНИ ДОВКІЛЛЯ

Конспект лекцій

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»,
які навчаються за ОНП «Урбаністика та просторове планування»

Київ 2025

УДК 504
Ш59

Рецензент Г. Ю. Васильєва, канд. техн. наук, доцент

*Затверджено на засіданні кафедри міського будівництва
КНУБА, протокол № 3 від 15 листопада 2024 року.*

В авторській редакції

Шилова Т.О.

Ш59 Містопланування та зміни довкілля [Електронний ресурс]: конспект лекцій / Т. О. Шилова, Р. М. Тригуб. – Київ : КНУБА, 2025. – 60 с.

Розглянуто основні аспекти змін клімату як в глобальному масштабі, так і в міських екосистемах та шляхи й містобудівні засоби адаптації до цих процесів.

Призначено для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», які навчаються за ОНП «Урбаністика та просторове планування».

УДК 504

Т. О. Шилова, Р.М.Тригуб, 2025
КНУБА, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Глобальні зміни клімату	4
2. Аналіз клімату та мікроклімату міста	12
Оцінювання природно-кліматичних умов	12
Архітектурний аналіз клімату міста.....	13
Архітектурний аналіз мікроклімату	14
3. Поліпшення мікроклімату житлових територій	19
Інсоляція міської забудови.....	19
Аерація житлової забудови.....	20
4. Підвищення оздоровчої ефективності системи озеленених територій	23
Проектування і створення комплексних зелених зон міст	25
Фітомеліорація і фітотехнології.....	30
5. Поліпшення мікроклімату на забудованій території засобами благоустрою....	33
Біоміметика у дизайні міських просторів	44
Пасивні будівельні системи.....	45
6. Організація та методи містобудівного проектування відповідно до екологічних вимог	46
7. Екологічне нормування антропогенних навантажень	55
Економічні критерії в оцінці довкілля.....	57
8. Альтернативні джерела енергії в місті.....	58
Список використаних джерел	61

Вступ

Людство спостерігає за змінами клімату та визнає, що ці процеси – глобальні, об'єктивні. Звісно, що зміни клімату на планеті відбувалися в природі постійно упродовж всього геологічного часу, але в наші дні унаслідок зростання чисельності населення та масштабів виробництва зміни клімату значно пришвидшилися, тож природні екосистеми та населення не встигає до них адаптуватися. З огляду на масштабність проблем і зусилля, які людство має докласти для їх подолання повинні бути не лише глобальними, а ще й об'єднаними в межах континентів, а не окремих країн, хоча певний регіон, враховуючи місцеві умови має розробляти власні стратегії подолання екологічної кризи.

В дисципліні «Містопланування та зміни довкілля» розглядається взаємовплив урбанізаційної діяльності на довкілля, особливості міських екосистем з позицій впливу на них змін клімату.

Мета дисципліни: проаналізувати зміни клімату та знайти містобудівні засоби для подолання негативних наслідків цих змін і пристосування до них міського середовища.

В результаті вивчення дисципліни необхідно

знати: - особливості міської екосистеми;

- принципи та методи організації містобудівного проєктування відповідно до екологічних вимог;
- основи екологічного нормування.

вміти: - аналізувати клімат та мікроклімат міста;

- знаходити прийоми та засоби поліпшення мікроклімату житлових територій;
- створювати екологічні програми та розділи в усіх типах містобудівної документації на різних стадіях проєктування;
- використовувати новітні технології та засоби для ефективної протидії негативним змінам клімату.

1. Глобальні зміни клімату

Форми міського господарства можуть негативно впливати на клімат місцевості: змінювати прихід і спектральний склад сонячної радіації, сприяти утворенню температурних інверсій, викликати порушення вертикального обміну повітря ті інші небажані негативні явища. Наприклад, зменшення денної освітленості в центрі Лондона на 20%.

Окремі прояви екологічної кризи ХХ ст. мають місцеве, локально-регіональне значення, але деякі спричиняють глобальний вплив на всю біосферу планети. До останніх належать чотири феномени, що проявились у повному обсязі лише наприкінці минулого століття та стали об'єктом

пильної уваги цивілізованого людства:

- потепління клімату;
- кислотні дощі;
- руйнування озонового екрану атмосфери;
- запустелювання.

Потепління клімату. Зміни клімату протягом тривалих історичних періодів вивчають методом глибинного зондування вічних льодовиків. Таке зондування в Антарктиді проводилося до глибини у 2км, що охоплює останні 160 тисяч років. Показано, що протягом історії земної кулі клімат суттєво змінювався, але до початку розвитку людської цивілізації такі зміни проходили поступово. Тільки у другій половині ХХ ст. з'явилося нове явище — швидка зміна клімату під впливом антропогенної діяльності.

Якщо звернутися до даних метеорологічних спостережень за останні 150 років, ми переконуємося в постійних коливаннях температури: кінець ХІХ сторіччя був відносно холодним, а початок ХХ сторіччя характеризувався потеплінням (з максимумом в 1930 – 1940-ві роки). Потім панувало похолодання, що зберігалось в 60 – 70-х роках, яке в 80-х змінилося потеплінням, що продовжується й дотепер. Вчені твердять, що клімат змінюється постійно, коливання його в цілому повільні та поступові. Сліди змін природи в історії Землі численні. Вони є в гірських породах, донних відкладеннях океанів, коралових рифах, льодовиках тощо.

Близько 14 тисяч років тому льодовиковий покрив почав скорочуватися та за останні 7000 років досяг нинішніх розмірів. За даними 500 наукових станцій, рівень Світового океану за останні 100 років став «вище» на 10 – 16см (частково за рахунок розширення води при підвищенні температури).

Найпотужніше виверження вулкану за весь час існування людства сталося 73 тисячі років тому на Суматрі. Вибухнув вулкан Тобо. Небо заволокло попелом. Після цього середньорічна температура планети знизилася на 3,5⁰, настав льодовиковий період, що тривав 60 тисяч років. В цей час відбувалося багато дивних речей. Наприклад, на 2-3 зимових місяці замерзав Босфор. В історичних хроніках двічі зафіксоване замерзання Нілу біля Олександрії – в 829 та 1011 роках.

Малий льодовиковий період — період відносного похолодання, що тривав протягом 1400—1850 років. Цей період є найхолоднішим за середньорічними температурами за останні два тисячоліття. Малому льодовиковому періоду передував Середньовічний теплий період (приблизно Х—ХІV століття) — період порівняно теплої та рівної погоди, м'яких зим та відсутності сильних посух. Верхню межу малого льодовикового періоду фіксують від ХVІ до середини ХІХ століть, а нижню — з ХІІІ по ХІV століття. Загалом узгоджено, що були три температурні мінімуми, що трапилися приблизно у 1650, 1770 і 1850 роках, розділені дещо теплішими періодами. Хоча малий льодовиковий період спочатку і

вважався глобальним явищем, деякі публікації останніх років вказують на його сильніший ефект у північній півкулі. Наприклад, неймовірно холодний 1695 рік забрав життя мільйонів людей в Європі. В Естонії та Шотландії населення скоротилося на 30%, в Фінляндії – на 50%.

Серед причин малого льодовикового періоду дослідники називають:

- зниження сонячної активності (мінімум Маундера (*Маундерівський мінімум*; англ. *Maunder Minimum*) — період довгочасного зменшення кількості сонячних плям приблизно з 1645 по 1715 роки. Отримав назву від імені англійського астронома Едварда Волтера Маундера (1851—1928), який виявив це явище при вивченні архівів спостереження Сонця).

За підрахунками Маундера, за цей період спостерігалось лише близько 50 сонячних плям замість звичайних 40-50 тисяч. При цьому переважна більшість плям виникла в південній півкулі Сонця. Надалі падіння сонячної активності в зазначений Маундером період було підтверджено аналізом вмісту вуглецю-14, а також деяких інших ізотопів, наприклад берилію-10, в льодовиках і деревах. Такий аналіз дозволив виявити 18 мінімумів активності Сонця за останні 8000 років, включаючи мінімум Шперера (1450—1540) і мінімум Дальтона (1790—1820). Також, за деякими даними, під час Маундерівського мінімуму спостерігалось падіння інтенсивності полярних сьйв і швидкості обертання Сонця);

- посилення активності вулканів, продукти виверження яких блокували сонячне світло;

- уповільнення або навіть повна зупинка термогалінної циркуляції (Термогалінна циркуляція— перемішування океанічних вод за глибиною. Термін «термогалінна» походить від *термо* —тепло і англ. *haline*— солоність).

Термогалінна циркуляція (ТХЦ) відбувається за рахунок зміни температури води та її солоності. Найбільший внесок у ТХЦ мають термічні процеси. Солоність збільшується у поверхневому шарі води океану за рахунок випаровування. Зменшення солоності води відбувається в окремих частинах океану внаслідок випадання опадів та виносу прісної води річками. Також зменшує солоність танення льодовиків Гренландського чи Антарктичного льоду.

Зміна густини поверхневих вод за рахунок дії архімедових сил призводить до опускання або підняття води, що є основною причиною термогалінної циркуляції.

У високих широтах поверхнева вода має низьку температуру і високу солоність, тому її густина висока і вона може опускатися досить глибоко.

Вітрові поверхневі течії (такі як Гольфстрім) переміщують води з екваторіальної частини Атлантичного океану на північ. Ці води з часом охолоджуються і зрештою за рахунок збільшеної щільності занурюються на

дно (формує Північноатлантичну глибинну водну масу). Щільні води на глибинах переміщуються в бік, протилежний напрямку руху вітрових течій. Хоча більша їх частина піднімається назад до поверхні в районі Південного океану, найстаріші з них (з транзитним часом близько 1600 років) піднімаються у північній частині Тихого океану. Таким чином, між океанськими басейнами існує постійне перемішування, яке зменшує різницю між ними і об'єднує океани Землі в глобальну систему. Під час руху водні маси постійно переміщують як енергію (в формі тепла), так і речовину (частки, розчинені речовини і гази), тому термогалінна циркуляція істотно впливає на клімат Землі);

- відродження лісів внаслідок зниження чисельності населення людства після епідемії чуми, що призвело до падіння рівня вуглекислого газу.

Деякі вчені головною причиною давніх зледенінь називають нахил осі обертання Землі. Умови обігріву нашої планети постійно змінюються. Що стосується антропогенного чинника, то, поза сумнівами, він поглиблює зміни клімату. Але, якщо озирнутися на тисячі років назад, коли ще не було ніякого антропогенного фактору, як і людей, масштабні природні катаклізми, що супроводжувалися викидом тепличних газів, траплялися не рідше.

Антропогенні зміни клімату Землі відбуваються під впливом великої кількості чинників. Згідно з М. Мюллером, потепління клімату викликається, головним чином, тепличним ефектом, якому на 46% сприяє виробництво енергії внаслідок спалювання викопного палива з викидами в атмосферу вуглекислого газу, на 24% забрудненням атмосфери іншими хімічними речовинами, зокрема метаном, на 18% вирубкою лісів та ерозією ґрунту, що однаково веде до зниження біологічного зв'язування вуглекислого газу, на 9% інтенсифікацією сільського господарства, з якою пов'язане надходження до атмосфери підвищеної кількості оксидів азоту, та на 3% спалюванням сміття. Вуглекислий газ, як і інші тепличні гази, має здатність утримувати теплове випромінювання біля поверхні планети і цим викликати підвищення температури.

Загальний вміст тепличних газів в сучасній атмосфері складає (в частинах на мільйон) вуглекислого газу 355, метану — 1,75, оксидів азоту — 0,31, хлорфторвуглеводнів — 0,001. Річне зростання концентрації цих газів в повітрі (у відсотках) становить: вуглекислого газу 0,5, метану — 0,7, оксидів азоту — 1,0, хлорфторвуглеводнів — 0,3. Зокрема завдяки природним процесам до атмосфери надходило та продовжує надходити приблизно $70 \cdot 10^{10}$ т CO_2 , антропогенне спалювання палива додало до цього ще $1,5 \cdot 10^{10}$ т. У 1987 році в атмосферу планети надійшло 5,5 млрд. т вуглекислого газу, що становило 1 т на 1 людину на рік. Розвинені країни продукували в цьому році 3,2 т CO_2 на людину, а країни, що розвивалися, — 0,4 т. З 1950 р. до 1990 р. викиди вуглекислого газу зросли на 30%. Одна

лише вирубка лісів дає збільшення вуглекислого газу на 20%.

Шведський вчений С. Арреніус ще в 1895 році висловив думку, що викиди в атмосферу антропогенного вуглекислого газу призведуть до потепління клімату, оскільки океан не може поглинути весь антропогенний вуглекислий газ. Висновки сучасних спеціалістів збігаються у тому, що антропогенні забруднення атмосфери тепличними газами дійсно ведуть до потепління клімату, хоча вчені по-різному оцінюють масштаби цього потепління. Збільшення середньої річної температури Землі в останні десятиліття визначається в межах від 6°C до 2 — 2,5°C. Вважається, що в середньому у другій половині ХХ ст. температура збільшувалася за кожні 10 років на 0,3°C. За даними спеціалістів ООН, до 2100 року температура Землі зросте на 3°C.

Власне, саме потепління клімату може викликати зміну режиму погоди на території великих регіонів планети і, в першу чергу, вплинути на сільськогосподарське виробництво. Це вимагатиме зміни агротехніки, районування культурних рослин та тварин і, взагалі, реорганізації бази сільського господарства. Японський вчений Д. Утідзіма вважає, що вже тільки це підвищить вартість сільськогосподарської продукції на 10-20%.

Але, мабуть, більш небезпечне інше: під впливом потепління почнеться таненню льоду Антарктики, Арктики та високогір'я. Зростання стоку призведе до підняття рівня Світового океану. Ще у 1987 році прем'єр-міністр Норвегії Г.Х. Брундтланд зробив доповідь, у якій було висловлене серйозне занепокоєння щодо наслідків підняття рівня Світового океану. У доповіді зокрема говорилося: «... будуть затоплені розташовані в низовинах міста та сільськогосподарські райони, і більшість країн повинні враховувати, що їхні економічні, соціальні та політичні структури можуть бути серйозно порушені».

За останні 100 років, за даними точних спостережень за рівнем Світового океану, зареєстровано його підняття на 0,15м, а швидкість підняття становить 1,2мм на рік. Є небезпека, що до 2100 року рівень Світового океану підніметься якнайменше на 65см, а за максимальними оцінками — навіть на 3,45 м.

Потепління клімату загрожує і серйозними змінами всього живого населення планети. В умовах потепління клімату почався перерозподіл опадів. За останні 100 років у Північній півкулі їхня кількість зросла на 6 — 8 мм на рік, відбувався зсув сезону опадів: їхній максимум з квітня — червня почав чітко переміщуватися на вересень — листопад, що несприятливо відбивається на сільськогосподарському виробництві.

У світового потепління клімату є ще й інший небезпечний аспект. Воно може викликати прискорення метаболізму, в першу чергу, у мікроорганізмів, підвищить темпи їхньої біологічної еволюції і призведе до виникнення нових епідемій серед людей та тварин, боротися з якими буде непросто.

За підрахунками спеціалістів ООН, економічні збитки від майбутнього потепління клімату можуть бути оцінені в 10^{13} доларів. Людство не має таких ресурсів. Запобігти швидкому потеплінню клімату можна, перш за все, скороченням викидів в атмосферу планети тепличних газів. У 1988 році була прийнята Резолюція 43/53 ООН «Охорона глобального клімату для сучасності та майбутніх поколінь людства», яка орієнтує усі держави світу на розробку та впровадження конкретних заходів у цій сфері.

Кислотні опади. Кислотними називають будь-які види опадів – дощ, сніг, туман, тоді, коли їхнє рН нижче від 7,0, тобто вони мають кислу реакцію.

Реєстрація динаміки кислотності атмосферної води ведеться досить точно за кислотністю льоду в Антарктиді, Гренландії та Альпах. Вона показує, що ще 200 років тому рН дощової води була на рівні 7,0, тобто нейтральною. Кислотні дощі вперше зареєстровані в 1972 р. в англійському місті Манчестері. Основною причиною випадання кислотних дощів було надходження до атмосфери окислів азоту та сірки.

Кислотні опади в наш час випадають повсюдно. Високою кислотністю характеризують опади в Західній Європі: в 1990 році вона коливалася в межах від 3,8 до 6,8, що було на 0,2 нижче, ніж у 1989 році. Стали типовими кислотні опади і для України. У Черкаській області опади закислені азотною кислотою, в Сумській — сірчаною. Частота випадання кислотних дощів швидко зростає.

Україна дуже забруднена за рахунок транскордонного перенесення шкідливих речовин із країн Західної Європи. Кислотні дощі надходять в Україну з масами атлантичного вологого повітря. Немає жодної сусідньої з Україною країни на заході, з боку якої перенесення забруднюючих речовин мало б нульовий чи від'ємний баланс.

Під впливом кислотних дощів йде швидке закислення води в річках, озерах, ставках та інших континентальних водоймах. Вода в таких водоймах з бікарбонатної стає сульфатною, в ній зростає кількість алюмінію та марганцю. У таких водоймах підвищена рухомість ртуті, міді та цинку. У водоймах із закисленою водою видове різноманіття знижується, найшвидше вимирають молюски, раки, земноводні, поширюються 1 — 2 види організмів (часто це водорість мужоція).

Від кислотних опадів в першу чергу потерпають закриті водойми — озера та ставки. Під впливом кислотних дощів зростає кислотність ґрунтів. У багатьох регіонах вона досягає рН 4,1 — 4,5. В Україні за останні 30 років площа кислих ґрунтів зросла на 30%. У таких ґрунтах підвищується міграція свинцю, цинку, нікелю та міді. Це завдає збитків сільському господарству та природній рослинності. Кислі ґрунти вимагають вапнування, що збільшує вартість продукції.

Найбільш чутливі до кислотних дощів ялинкові та смерекові ліси в Європі почали всихати. Вважається, що в цьому районі від кислотних опадів до 1992 р. постраждало 31 млн га лісу. У 1990 р. в лісах Франції було 28% дерев,

що загинули, в Іспанії масовим стало опадання листя у лісових рослин. Йде зміна видового складу нижніх ярусів лісу, трансформується уся екосистема.

Кислотні дощі згубно впливають на культурні та архітектурні пам'ятники. Під їхнім впливом швидко став руйнуватися мармур, активно йде корозія металів.

Руйнування озонового екрану атмосфери. Озоновий шар знаходиться в атмосфері на висоті 12 — 23 км та захищає поверхню планети від жорсткої ультрафіолетової радіації з довжиною хвилі 320 — 400 нм. Процес руйнування озону в атмосфері провокується різного роду речовинами. Як вперше показали вчені США М. Моліна та Ш. Роуленд, це хлор- та бром похідні, які називаються *фреоном*, а також тетрахлорид вуглецю, метилхлороформ та інші речовини. Але основний внесок роблять фреони, що широко застосовуються в холодильних установках різних типів, в аерозольних балончиках та мийних засобах. Світове виробництво фреонів на початок 90-х років перевищило 1 млн 360 тисяч т за рік (71% фреонів виробляли США та розвинені країни Західної Європи).

У руйнуванні озону стратосфери певний внесок має космічна та ракетна техніка завдяки викидам продуктів згоряння їхнього палива. Найбільш шкідливі ракети, що працюють на твердому паливі.

Забруднюють високі шари атмосфери окислами азоту і сучасні надзвукові літаки.

Дослідження озонового екрану у верхніх шарах атмосфери почалися з 1930 року. Згодом вони були розширені, і для ведення спостережень була створена спеціальна мережа станцій («мережа Добсона»). Виміри кількості стратосферного озону в період з 1980 до 1991 року з канадського супутника «Німбус 7» показали, що швидкість руйнування озону становить 0,224% на рік. За оцінками НАСА (США), в період з 1978 до 1990 року кількість озону в озоновому екрані скоротилася на 45%.

Зменшення товщі озонового екрану та розриви в ньому ведуть до зростання ультрафіолетового випромінювання, що досягає поверхні Землі. Відповідно до супутникових даних за останні 10 років ультрафіолетове випромінювання зросло на 10%, а в Антарктиді, де стійко зберігається «озонова дірка», на 40%.

За даними «Грінпіс», зменшення товщі озонового шару на кожні 10% веде до збільшення числа випадків захворювання раком шкіри на 300 тисяч чоловік. Стає більш частим захворювання катарактою очей. Показано, що підвищене ультрафіолетове опромінення знижує імунітет, стають більш важкими та частими інфекційні захворювання людини та сільськогосподарських тварин. В Україні здійснюється пильний контроль стану озонового екрану над її територією. Працюють 6 спеціальних станцій (в містах Києві, Одесі, Борисполі, Богуславі, Львові та Феодосії), що контролюють надходження ультрафіолетової радіації. Вони показали, що з 1980 р. озоновий екран над Україною стає менш потужним. З урахуванням

цього Україна приєдналася до Конвенції 1985 року з охорони озонowego екрану та скорочення викидів і виробництва фреонів та інших речовин, що руйнують озон (Монреальська конвенція).

Але в 1998 році були опубліковані результати досліджень, проведених українськими вченими на антарктичній станції «Академік Вернадський». Відібравши проби тисячолітнього льоду, вони знайшли в ньому фреон та подібні до нього сполуки, що утворилися там задовго до промислової революції. Виходить, що раз сама Земля породжує ці хімічні сполуки, то який сенс витратити мільярди на переоснащення промисловості? Викиди ж із надр Землі в багато разів перевищують промислові! Фреон та подібні до нього сполуки виявилися також у древньому повітрі, що зберіглося між частками льоду. Таким чином, дослідження українських вчених в Антарктиді ставлять під сумнів необхідність Монреальської конвенції про захист озонowego шару, згідно з якою Україна мала виділити на переобладнання підприємств 55млн грн. в 1998 році, а Міжнародний екологічний фонд – ще \$23 млн, а США вже витратили \$8 млрд. Дослідженням впливу викидів промислового фреону займаються вчені однієї великої американської компанії, що розробила альтернативний фреон, який вважається нешкідливим для озону, і фірма стала світовим монополістом в його виготовленні.

Запустелювання. Запустелювання — це виснаження аридних та напіваридних екосистем під впливом діяльності людини та посух. Запустелювання відбувається головним чином в посушливих зонах. Воно проявляється в сильній деградації природних біомів та втраті родючості ґрунтів. Території, на яких проявляється запустелювання, вже не можуть самовідновлюватися. Цього процесу зазнали у світі вже 4 млрд. 616 млн га і ці площі продовжують зростати. Темпи запустелювання дуже високі: щорічно за його рахунок площі пустель світу зростають на 60 тис. км².

Сучасне людство вперше зіткнулося з цим явищем на великих територіях в 1968 — 1973 рр., коли запустелювання південного району Сахари, так званого Сахелю, спричинило голод серед місцевого населення.

Аналогічно процес йшов і в районі Аральського моря. Аральська катастрофа завершилася аридизацією клімату на великій території. Вона відчувається на південь від Аралу на 100 – 400км. На відстані до 250км від Аралу рівень ґрунтової води знизився на 5 м. Арал для людей виявився прикладом рукотворної великомасштабної катастрофи, що була спричинена народногосподарською діяльністю. Він повинен стати уроком для всього цивілізованого людства.

Після руйнування греблі Каховської ГЕС на пустелю перетворюються великі території, які раніше перебували під водою або були квітучими ланами.

Контрольні запитання

1. Які прояви екологічної кризи спричиняють глобальний вплив на всю біосферу планети?
2. В чому полягає потепління клімату?
3. Які причини малого льодовикового періоду називають дослідники?
4. Вплив яких чинників викликає антропогенні зміни клімату Землі?
5. Якими наслідками загрожує потепління клімату?
6. Що таке кислотні опади?
7. Внаслідок чого відбувається руйнування озонового екрану атмосфери?
8. Що таке запустелювання?

2. Аналіз клімату та мікроклімату міста

Оцінювання природно-кліматичних умов

У процесі архітектурного проєктування джерелами інформації для одержання кліматичних характеристик є: нормативні документи, зокрема, *Захист* від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія: ДСТУ - Н Б В. 1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-11-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011, 123с.[9]; дані щоденних метеорологічних спостережень, що є в фондах Гідрометеослужби, та інші матеріали довідкового та методичного характеру.

Аналіз кліматичних умов починають з визначення належності території до того чи іншого кліматичного району. Районування, виконане за біометеорологічним методом, дає змогу визначити ступінь сприятливості природно-кліматичних умов для розселення і виявити містобудівні вимоги до архітектурно-планувальних рішень в районах країни з різними кліматичними умовами. Районування виконують на підставі пофакторного аналізу просторового розподілу провідних кліматичних характеристик (радіаційний, температурний, вітровий режими, атмосферні явища); оцінки кліматичних умов за повторністю фізико-гігієнічних класів погоди; аналізу поєднання метеорологічних елементів, що визначають умови розсіювання шкідливих домішок в атмосферному повітрі (потенціал забруднення атмосфери); ландшафтного зонування.

З методикою кліматичного районування країни органічно пов'язана методика оцінювання місцевих кліматичних чинників будівельного майданчика, конкретного населеного пункту, міста, району, які не можуть бути відображені в загальному районуванні. Зазвичай кліматичні дані окремого міста або району представляють у вигляді *будівельно-кліматичного паспорта об'єкта проєктування*. До його складу належать:

- архітектурний аналіз клімату;

- інженерно-кліматичні розрахунки окремих чинників клімату;
- архітектурний аналіз мікроклімату.

«Загальними даними» паспорту (паспорт представляється в уніфікованій формі) є такі:

- кліматичний підрайон, до якого належить дане місто;
- його загальні географічні умови: наявність сейсмічності, просадкових ґрунтів, вічної мерзлоти (визначають згідно з [9]).

Вихідні кліматичні характеристики, які використовують для складання паспортів, поділяються на *комплексні і пофакторні*.

До *комплексних* належать:

- кліматичне районування;
- погодні умови (тепловий фон);
- радіаційно-тепловий режим;
- тепло-вологісний режим;
- світловий клімат;
- снігоперенесення;
- пилеперенесення;
- косі дощі.

До *пофакторних* характеристик належать такі:

- сонячна радіація (прихід на горизонтальну та вертикальну поверхні, тривалість опромінення, ультрафіолетова радіація);
- температура повітря (середня, екстремальна, амплітуда, розрахункова: доби, п'ятиденки, опалювального періоду і найбільш холодного періоду);
 - вітер (напрямок, швидкість);
 - вологість (відносна, абсолютна);
 - опади (суми, середні екстремальні; сніговий покрив).

Пофакторні і комплексні кліматичні характеристики відображаються в усіх частинах паспорту [3].

Архітектурний аналіз клімату міста

Під *кліматом міста* слід розуміти загальний кліматичний фон, найбільш характерний для конкретних фізико-географічних умов місцевості, в якій розташоване місто.

Клімат міста оцінюють за даними спостережень найбільш репрезентативної метеорологічної станції.

Архітектурний аналіз клімату враховує характеристику кліматичних умов, що визначають санітарно-гігієнічні й екологічні вимоги до архітектурно-планувальних рішень будівлі, житлової забудови, планувальної організації міста в цілому. До таких характеристик належить, наприклад, тривалість типів погоди за рік (за місяцями) у конкретному місті,

індекс кліматичного району відповідно до районування.

Особливу увагу приділяють оцінці вітрового режиму, зокрема побудові й аналізу «рози» вітрів. Крім напрямків вітру зазначають його швидкість щодо різних градацій і оцінюють ступінь сприятливості сторін горизонту за вітровим показником. Дані про вітровий режим містяться в [8].

Завершальний етап архітектурного аналізу клімату представляють комплексною оцінкою сторін горизонту за декількома показниками.

Архітектурний аналіз мікроклімату

Мікрокліматом називають особливості клімату приземного шару повітря на окремих ділянках території міста, що формуються під впливом місцевих природних чинників (грунт, рослинність, рельєф, водойми та інші компоненти ландшафту) і містобудівного освоєння території (забудова, благоустрій, озеленення тощо).

Відповідно й оцінку мікрокліматичних умов виконують за двома напрямками:

- мікроклімат в умовах природного ландшафту;
- мікроклімат в умовах міської забудови.

В аналізі мікроклімату в *умовах природного ландшафту*, тобто встановленні взаємодії чинників клімату з елементами ландшафту основну увагу приділяють:

- *радіаційному режиму*, тобто приходу сонячної радіації на схили різної крутості й експозиції, а також тривалості сонячної добової інсоляції на окремих ділянках в умовах пересіченого рельєфу;
- *температурним різницям*, що спричиняються формами рельєфу, ґрунтовими умовами, видами рослинного покриву і наявністю водних просторів;
- *вітровому режиму*, що характеризується посиленням або послабленням вітру на окремих ділянках території, а також утворенням місцевих потоків повітря в умовах складного рельєфу, зокрема чергування відкритих і вкритих лісом територій, за наявності водних просторів;
- *режиму зволоження*, що залежить від форми рельєфу, ґрунтових умов й існуючого рослинного покриву [3].

Результати архітектурного аналізу мікроклімату території в умовах природного ландшафту представляють у вигляді схеми мікрокліматичного зонування території.

Найскладніша частина паспорта з позицій кліматичного аналізу – це *аналіз мікроклімату міської забудови*. Міське середовище має ряд специфічних властивостей, що впливають на формування метеорологічного режиму в приземному шарі повітря. До основних чинників, що викликають зміни кліматичних умов у міській забудові, належать такі:

- *забруднення атмосферного повітря* (зміна складу повітря, коли

збільшується вміст твердих завислих часточок і сторонніх газоподібних домішок);

– *зміна теплообміну в місті* за рахунок закритості горизонту, теплофізичних властивостей міських поверхонь (теплоємність, відбивальна властивість домішок);

– *штучне утворення потоків тепла* через опалення, роботу автотранспорту, на промислових підприємствах;

– *утворення «міських бризів».*

Забруднення міської атмосфери впливає на багато компонентів міського клімату: опади, кількість та інтенсивність туманів, радіаційний баланс і особливо на інтенсивність прямої сонячної радіації (табл.1). Так, наприклад, різниця в інтенсивності прямої сонячної радіації в житлових і промислових районах сягає в літній період 20 – 22%. У радіусі до 3км в безпосередній близькості до великих промислових підприємств послаблення інтенсивності прямої сонячної радіації може становити 35 – 40 %.

Таблиця 1

Відмінності клімату в крупних містах та прилеглий сільській місцевості в середніх широтах

Метеорологічні чинники	В місті, у порівнянні з сільською місцевістю
Радіація загальна	на 15 – 20 менше
Ультрафіолетове випромінювання взимку	на 30% менше
Ультрафіолетове випромінювання влітку	на 5% менше
Тривалість сонячного освітлення	на 5 – 15% менше
Температура середньорічна	на 0,5 – 1,0° С вище
Температура середня зимова	на 1 – 2° С вище
Тривалість опалювального сезону	на 10% менше
Домішки – ядра конденсації і частинки	в 10 разів більше
Газові домішки	в 5 – 25 разів більше
Швидкість вітру середньорічна	на 20 – 30% менше
штормова	на 10 – 20% менше
штилі	на 5 – 20% частіше
Опади сумарні	на 5 – 10% більше
у вигляді снігу	на 5% менше
Кількість днів з опадами менше 5 мм	на 10% більше

Метеорологічні чинники	В місті, у порівнянні з сільською місцевістю
Кількість хмар	на 5 – 10% більше
Повторність туманів взимку	на 100% більше
влітку	на 30% більше
Відносна вологість взимку	на 2% менше
влітку	на 8% менше
іноді	на 11 – 20% менше
Грози (частота)	в 1,5 – 2 рази менше

На формування міського клімату впливають:

- прямі викиди тепла і зміни режиму сонячної радіації;
- пилогазові викиди промислових підприємств і транспорту;
- зміни теплового балансу за рахунок зменшення випаровування, малої проникності підстильної поверхні, яка сприяє швидкому стоку води, значної теплопровідності покриттів (дахів, стін будинків, доріг тощо);
- зміни характеру місцевості, які створюються забудовою, велика кількість вертикальних поверхонь, що спричиняє взаємне затінення будинків та утворення котловинних умов на тлі рівнинного рельєфу.

Специфіка мікрокліматичних відмінностей окремих ділянок міської забудови перш за все зумовлюється *радіаційним, тепловим, аераційним режимами*.

Радіаційний режим визначається сумарною сонячною радіацією, яка складається з прямої сонячної радіації (*інсоляції*) і розсіяної, що надходить від усього небосхилу, короткохвильової сонячної радіації, відбитої поверхнями і довгохвильовим (тепловим) випромінюванням нагрітих поверхонь. Дані для аналізу містяться в [9].

Пряма сонячна радіація має значно більшу інтенсивність, ніж розсіяна і відбита, тому їй відведено вирішальну роль в оцінюванні розподілу інсоляції і кількісних показників на території забудови та в приміщеннях. Пряма сонячна радіація в міській забудові регламентується відповідними санітарними нормами з інсоляції (для широти Києва – 2,5 – 3 год).

Тепловий режим визначається сумарною сонячною радіацією та температурою повітря (оцінюють за допомогою розрахунків).

Для оцінювання *температурного поля* (окремі автори вводять термін «теплове забруднення») міського середовища необхідно отримати дані про інтенсивність впливу джерел теплового випромінювання, що є на території міста – промислові та комунально-побутові підприємства, ТЕЦ, підземні газопроводи, мазутні резервуари тощо.

Інтенсивність теплового впливу температурного поля оцінюється в умовних одиницях. Сумарна інтенсивність теплового впливу визначається

відносно до одиниці площі території (довільний квадрат площею 1 км²) і є сумою впливів окремих джерел, розташованих у межах квадратів. За інтенсивністю теплового впливу складається схема розподілу зон підвищеного випромінювання тепла з характеристикою їх за рівнем і режимом випромінювання.

Температурне поле негативно впливає на геологічні процеси (інтенсивність протікання карстових процесів), санітарний стан атмосферного повітря, якість води поверхневих водойм, ґрунт і рослинний покрив.

Температурне поле впливає на циркуляцію повітряних мас атмосфери, сприяє утворенню «теплових плям» («острова тепла»), які, в свою чергу, спричиняють збільшення концентрацій забруднення атмосферного повітря (рис. 1.).

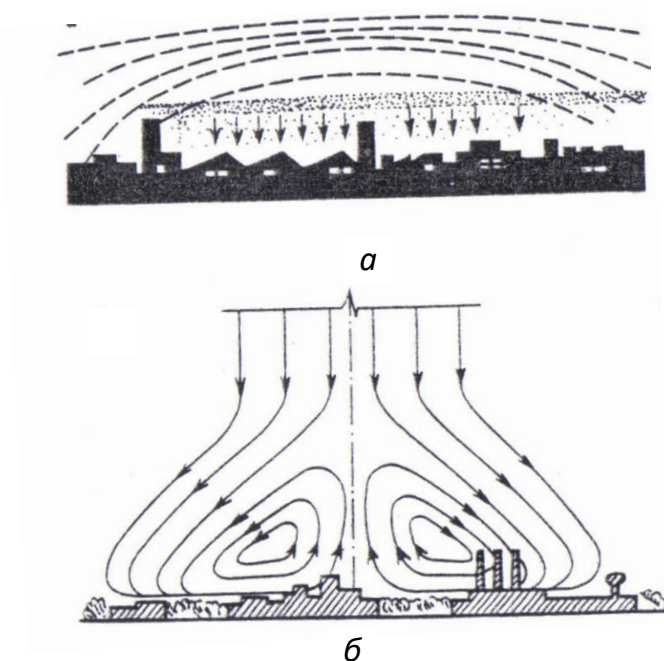


Рис. 1. Утворення «острова тепла»:

а – схема поширення промислових викидів при утворенні «острова тепла» (глибока приземна інверсія); *б* – циркуляція в нижньому шарі атмосфери над містом

Оцінюючи вплив температурного поля на водойми, ґрунт і рослинний покрив, розглядають процеси, пов'язані з руйнуванням їхніх біологічних компонентів, деградацією зелених насаджень і трав'яного покриву.

Вплив температурного поля має істотне значення при оцінці ступеня механічної стійкості ґрунтів, особливо в районах поширення багаторічномерзлих порід. Температура геологічного середовища поряд із вологістю визначає швидкість хімічної, електрохімічної та біологічної корозії.

Аераційний режим найсильніше змінюється (швидкість і напрямок повітряного потоку) під впливом різного роду перепон (забудова, елементи благоустрою, зелені насадження тощо).

У деяких випадках прийоми архітектурно-планувальної організації забудови стають причиною виникнення місцевих повітряних потоків.

У містах, де швидкість вітру є незначною, можуть виникати *штучні бризи* за різниці тиску повітря між окремими ділянками, зокрема, внаслідок різниці температур на цих ділянках. Наприклад, такий рух повітря (називають термічним провітрюванням) може виникати між містом і околицями, між зеленим масивом і прилеглою територією забудови, між частинами ділянки, що опромінюється і не опромінюється сонцем. Створення штучних бризів – важливе питання, яке може вплинути на систему організації приміської зони, систему озеленення міста.

Гігієністами встановлена верхня межа комфортної швидкості вітру, що дорівнює 3,5 м/с. У межах житлової забудови допустимими можуть бути швидкості вітру до 5 м/с (швидкість вітру понад 5 – 6 м/с є «подразнюючою» з погляду механічного впливу на фізіологічні функції організму людини). Оптимальними за відсутності сильного морозу вважаються швидкості вітру 1–2 м/с.

Аерацію досліджують за допомогою графо-аналітичних методів або фізичного моделювання (в аеродинамічній трубі або гідролотку).

З характеристикою вітрового режиму безпосередньо пов'язані також оцінка і розрахунок зон сніговідкладення та пилеперенесення. Кількість перенесеного снігу визначається інтенсивністю і тривалістю заметілей за зимовий період і підраховується на основі метеорологічних спостережень.

Таким чином, клімат і мікроклімат належать до основних чинників навколишнього середовища, які постійно впливають на людину. Задача архітекторів полягає не в пасивному пристосуванні до місцевих кліматичних умов, а в розробці на науковій основі ефективних заходів, що компенсують або усувають недоліки природних умов середовища, в максимальному використанні його корисних якостей.

Контрольні запитання

1. Яким чином здійснюється оцінка природно-кліматичних умов міста?
2. Що таке макро- і мікроклімат?
3. Як здійснюється оцінювання мікроклімату міста в умовах природного ландшафту?
4. Які основні чинники враховуються під час оцінювання мікроклімату міської забудови?
5. Як відрізняються метеорологічні чинники в міській та сільській місцевостях?
6. Чим визначається специфіка мікрокліматичних відмінностей окремих ділянок міської забудови?
7. Як оцінюється аераційний режим території?

3. Поліпшення мікроклімату житлових територій

У результаті оцінки природно-кліматичних умов кожного конкретного міста чи населеного пункту визначають гігієнічні вимоги щодо поліпшення мікроклімату житлових територій (інсоляція, оптимальна аерація, захист від вітру, регулювання сніго- та пилеперенесення).

Оцінювання варіантів архітектурно-планувальних рішень забудови з позицій вимог поліпшення мікроклімату провадиться за допомогою графоаналітичних розрахунків і базується на встановлених санітарно-гігієнічних нормативах і показниках.

Інсоляція міської забудови

Режим інсоляції помешкання передусім обумовлюється формою, конструкцією та розмірами світлових отворів, їхньою орієнтацією відносно сторін горизонту, розташуванням елементів будинків (балкони, лоджії, жалюзі, карнизи, виступи тощо) відносно вікон, а також розташуванням оточуючих житлових і громадських будинків.

Крім вимог до тривалості інсоляції, які можуть бути реалізовані лише при проєктуванні забудови, вводяться норми орієнтації квартир для правильної компоновки планів типових житлових будинків. Так, орієнтація вікон житлових кімнат на північну частину горизонту від північно-східної до північно-західної вважається недопустимою для однобічних квартир. У двобічних квартирах на вказану частину горизонту допускається орієнтувати частину кімнат. На західну частину горизонту в межах від південно-західної до західної з північно-західною вікна житлових кімнат у південних районах можна орієнтувати лише за обов'язкового використання ефективного зовнішнього сонцезахисту. При цьому вважається, що сонцезахист житлових кімнат і кухонь бажаний також при орієнтації їх на інші боки горизонту, за винятком північної. Інсолюватися має не менше однієї житлової кімнати в одно-, двох- і трикімнатних квартирах, не менше двох кімнат в квартирах з 4-х і більше кімнат.

Окрім інсоляції житлових приміщень обов'язково має інсолюватися також *територія житлової забудови*. Умови створення оптимального інсоляційного режиму на житловій території передбачаються в проєкті на стадії вибору архітектурно-просторового рішення забудови. Норми та правила забезпечення інсоляції на житловій території передусім стосуються місць, що безпосередньо використовуються населенням: дитячих ігрових майданчиків, пішохідних доріжок і алей, місць розміщення ігрових пристроїв, лавочок для відпочинку тощо.

Крім прямих сонячних променів (інсоляція) велике значення при планувальній організації житлової території має *відбита і випромінювана поверхнями радіація*. Її роль підвищується у південних містах у зв'язку з

великою інтенсивністю прямого сонячного опромінення. Обмеження притоку прямих сонячних променів до поверхонь досягається за допомогою зелених насаджень і спеціальних конструктивних пристроїв (горизонтальні козирки вздовж фасадів, вертикальні жалюзі, екрани, карнизи, балкони тощо). Відбивальні властивості та нагрів того чи іншого стінового матеріалу або покриття безпосередньо пов'язані з кольором і фактурою їхньої поверхні, тобто залежать від оптичних властивостей (коефіцієнту відбиття, поглинання, пропускання). Так, наприклад, температуру поверхні стін можна знизити шляхом вибору відповідного кольору на 10 – 15⁰С.

Цим факторам має приділятися велика увага при розробці планувального рішення житлової території. При трасуванні пішохідних шляхів, розміщенні дитячих майданчиків та інших елементів, що використовуються населенням, необхідно враховувати розташування поверхонь, які відбивають і випромінюють сонячну радіацію (пішохідні шляхи трасувати не вздовж нагрітих фасадів будинків – у південних містах, в північних містах – навпаки; передбачати можливості одержання додаткової теплової енергії на дитячих ігрових майданчиках, у місцях відпочинку та на спортивних майданчиках).

Аерація житлової забудови

Сутність розглядуваного процесу полягає у взаємодії рухомого потоку повітря (вітру) і нерухомих перепон у вигляді будинків, елементів благоустрою, озеленення – забудови в цілому. Збудова впливає на повітряний потік, деформує його напрямок і змінює швидкість. У деяких випадках збудова сама є причиною виникнення повітряних потоків або так званих *штучних бризів* (за різниці температур, наприклад, між зеленим масивом і прилеглою територією забудови тощо).

Вітер, залежно від поєднання з іншими мікрокліматичними чинниками (температура повітря, температура випромінюючих поверхонь, вологість повітря) впливає на формування мікроклімату просторів житлової забудови (простори між будівлями), що має істотне значення при розміщенні окремих елементів житлової території (дитячих майданчиків, пішохідних трас, стоянок автомобільного транспорту, що забруднює атмосферу шкідливими викидами тощо). Сильний вітер впливає на утворення снігових заметів і пилових відкладень на житловій території.

Таким чином, питання аерації нерозривно пов'язані з прийомами планування та забудови, принципами озеленення та благоустрою, типами і конструкціями будівель.

Найактуальнішою є проблема вітро- та снігозахисту житлової забудови для *районів Півночі*. Для масового будівництва на Півночі житлові комплекси доцільно вирішувати за «закрито – відкритим» принципом, що

забезпечує як захист від суворого клімату в холодний період, так і зв'язок із зовнішнім середовищем (але з вирішенням питання захисту від вітру).

Одним з найефективніших прийомів вітрозахисту житлової території є створення спеціальних *вітрозахисних екранів*, що розміщуються на навітряних межах забудованої території. Такі екрани, тобто спеціальні житлові будинки, повинні мати достатню протяжність, підвищену поверховість, специфічну об'ємно-планувальну структуру.

Через порівняно невеликі розміри «вітрової тіні» на житлових територіях необхідно застосовувати багатократну постановку вітрозахисних екранів вглиб забудови, створюючи так звані *аеродинамічні групи* (рис. 2).

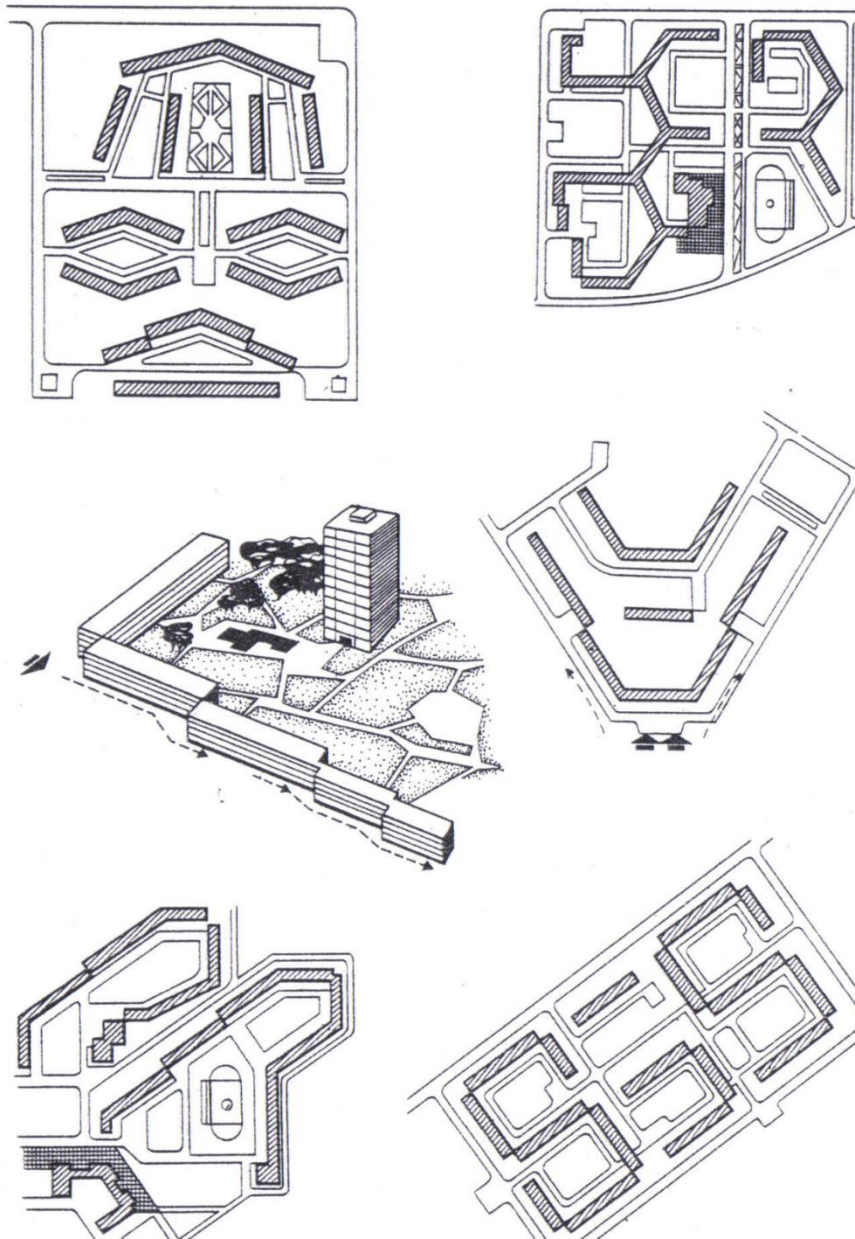


Рис. 2. Аеродинамічні групи з житлових будинків

Під аеродинамічною групою слід розуміти групу будівель, об'єднаних зоною аеродинамічного впливу основної вітрозахисної будівлі. Аеродинамічна група обумовлює на її території певну організацію вітрового режиму, завдані зменшення швидкості вітру та відкладення снігу. Аеродинамічні групи за необхідності можуть об'єднуватися в *аеродинамічні комплекси*, до складу яких входять всі заклади повсякденного обслуговування, школа, дитячий садок-ясла. Для вітрозахисту пішохідних напрямів можуть бути використані додаткові локальні засоби: спеціальні пішохідні галереї, декоративні стінки, стенди тощо. Для районів з вкрай суворим кліматом може передбачатися об'єднання житлових будинків теплими переходами із закладами первинного обслуговування.

У заметільних і вітряних районах крім захисту забудови від вітру мають застосовуватися прийоми *снігозахисту*. Тут особливу увагу слід приділяти раціональній орієнтації вулиць і доріг (під кутом $20 - 45^{\circ}$ до переважного напрямку заметілей – оптимальний варіант, шириною понад 3 висоти будівель, незначні розриви між будинками, будинки розташовувати під кутом до напрямку заметілей).

Вітер в умовах піщаної пустелі, як правило, влітку гарячий, сухий і пильний, а взимку – холодний. Тому однією з основних вимог при архітектурно-планувальній організації міст пустелі є *вітрозахист*. Завдання при цьому – максимально запобігти проникненню в місто зовнішніх запилених потоків (приміськими лісозахисними системами, правильно обраною аерогеліотермічною орієнтацією міста тощо) [3].

В умовах перегріву в поєднанні зі слабкими швидкостями вітру (штильовими умовами) виникає проблема *інтенсифікації провітрювання* – «*вловлювання вітру*». За таких умов планувальна організація забудови повинна забезпечувати оптимальні умови провітрювання житлової території шляхом раціональної організації системи вулиць і пішохідних трас (орієнтація, профіль), співвідношення забудованих, озелених і обводнених територій.

Всі зміни напрямку та швидкості домінуючих вітрів під впливом *рельєфу* конкретної території є одним з важливіших вихідних даних при розробці архітектурно-планувальних рішень житлової забудови та виборі типів будинків.

Контрольні запитання

1. Яким чином можна поліпшити інсоляцію міської забудови?
2. Які задачі мають бути виконані для поліпшення аеродинамічного режиму різних територій?
3. Що таке аеродинамічні групи та комплекси?

4. Підвищення оздоровчої ефективності системи озелених територій

Озеленені території (як міська система озеленення в цілому) та їхні окремі елементи (міські й районні парки, сади мікрорайонів і житлових груп, сквери, бульвари, озеленення вулиць) при раціональній організації суттєво впливають на важливіші показники якості навколишнього середовища.

Рослини відіграють величезну роль у процесах *газообміну* в природі, стримуючи накопичення вуглекислоти й одночасно відновлюючи втрати кисню (стримують розвиток тепличного ефекту в атмосфері, який призводить до підвищення температури біля земної поверхні).

Здатність рослин синтезувати органічні речовини з окису вуглецю в процесі *фотосинтезу* – найцінніша їх властивість. Ліси поглинають дві третини вуглекислоти, що знаходиться в атмосфері.

Деревна та чагарникова рослинність – це ефективний *фільтр*, що здатний осаджувати тверді часточки пилу та сажі, які знаходяться в повітрі, поглинати їх з повітря та частково засвоювати газоподібні домішки сірки, хлору, азотисті сполуки тощо.

Гігієнічною особливістю зелених насаджень є їхня здатність *зменшувати гучність шуму*: звукова хвиля відбивається поверхнею листя і стовбурів дерев, звук поглинається та розсіюється зеленими насадженнями.

Рослини виділяють у навколишнє середовище особливі речовини – *фітонциди*, які, на думку вчених, відіграють роль вітамінів і провітамінів. Летючі фітонциди пригнічують зріст бактерій і таким чином оздоровлюють повітря.

Велике та різноманітне *мікрокліматичне значення* зелених насаджень. Рослини здатні захищати від сильних вітрів, пильних бур, зайвої інсоляції, підсилювати сприятливі повітряні течії, зменшувати літній перегрів зовнішнього середовища, змінювати відносну вологість повітря, регулювати температурний режим тощо. Однією з основних властивостей зелених насаджень у поліпшенні мікроклімату є регулювання радіаційного режиму. Кронами дерев затримується до 95% сумарної радіації, що надходить на поверхні. Це сприяє зменшенню температури повітря озелених територій на 3 – 4⁰, а в окремих випадках – навіть на 6 – 8⁰. Швидкість вітру на озелених територіях зменшується на 40 – 50 а то й до 70% залежно від повноти насаджень.

Рослинність має величезну різноманітність форм, фарб і фактури, що дозволяє створювати різні неповторні ансамблі.

Повне та всебічне врахування гігієнічних властивостей рослин в усьому розмаїтті – необхідна умова для досягнення засобами озеленення максимального ефекту в поліпшенні довкілля.

Основні вимоги до підвищення оздоровчої ефективності озелених територій:

– створення єдиної системи озелених територій міста, лісопаркового захисного поясу і приміської зони, тобто створення безперервного зв'язку озелених територій на кожному рівні проєктування: районне планування, місто, житловий район;

– формування, по можливості, крупних природно-планувальних комплексів – територіально та функціонально взаємопов'язаного масиву лісів, парків, садів, водоймищ, заплавних луків та інших відкритих просторів, враховуючи сільськогосподарські угіддя;

– наявність територіального зв'язку відкритих озелених просторів із забудованими територіями, глибоке проникнення зелених масивів у міську забудову (широкі вводи озелених просторів на базі наявних лісів, водойм і заплавних земель; менш значні за розмірами паркові «кліни»; «острівні» масиви зелені; озеленені набережні тощо);

– дотримання принципу раціонального співвідношення відкритих просторів із забудованими масивами. Орієнтовно можна вважати, що масив забудови повинен знаходитися повністю або не менш як на 80 – 90% у радіусі сприятливого впливу озелених просторів;

– наявність пішохідних ланок: озелених пішохідних смуг, бульварів, спеціальних захисних смуг різного призначення, що з'єднують крупні паркові масиви та лісопарки з озеленими територіями житлових районів.

Ефект підвищення оздоровчої ролі зелених масивів збільшується при укрупненні їхньої території. Проте укрупнення зеленого масиву має свої межі з позицій вимог архітектурно-планувальних, економічних та інших.

В умовах розташування зеленого масиву (парку, саду) в оточенні транспортних магістралей зона «ураження» масиву газом і шумом може досягати 100 – 200м. Водночас умови для відпочинку поза межами негативного впливу безпосередньо прилеглих до парку вулиць можна забезпечити за площі парку не менш як 50 га компактної форми.

Одним із способів збільшення рослинності в міських агломераціях є мозаїчність ландшафту. Загальною для всіх міст є тенденція зниження частки штучного або перетвореного покриття і збільшення частки природного покриття, а також скорочення обсягів забудови в напрямі від центру міста до околиць, що зумовлює значне розмаїття урбанізованих біогеоценозів і ландшафтів.

Для міст, розташованих на берегах річок, в основі системи озеленення лежить водно-зелений діаметр, де річка з'єднує в єдину систему крупні озеленені території.

У містах, що потребують захисту від сильних вітрів, створюють відносно крупні зелені масиви, що є основою системи озеленення міста й розміщуються на його території, або вводяться у вигляді клинів безпосередньо в житлову забудову, зберігаючи при цьому просторовий

зв'язок із ландшафтом приміської зони. До цього додаються спеціальні *вітрозахисні смуги*.

У районах, що характеризуються великими сніговими відкладеннями, при розміщенні та виборі конструкцій вітрозахисних зелених смуг необхідно враховувати і їхні снігозахисні властивості.

Захисні смуги влаштовують і в містах, де спостерігаються *пиллові бурі та пилотанесення*. Їх розміщують на межі міської забудови та взаємопов'язують зі системою міського озеленення та комплексом спеціальних меліоративних заходів (поліпшенням ґрунтів, організацією поливу та водовідведення, захистом рослин від суховіїв тощо).

У житлових комплексах зелені насадження розміщують смугами завширшки 10 – 12м вздовж фасадів будинків, ігрових і спортивних майданчиків.

Всебічне врахування відомих закономірностей санітарно-гігієнічного впливу озелених територій в цілому, а також властивостей окремих рослин у конкретних умовах дозволяє використати внутрішні резерви підвищення ефективності озелених територій в оздоровленні навколишнього міського середовища.

Проектування і створення комплексних зелених зон міст

У межах міста, де процеси перетворення природних ландшафтів відбуваються в цілому активніше, ніж за ними, існує три типових стани ландшафту:

- *природний ландшафт*, який упродовж деякого часу зберігається і використовується у новому місці або його нових районах;
- *перетворений і змінений природний ландшафт*, який набув антропогенного вигляду;
- *повністю перетворений штучний ландшафт*, у найбільш засвоєних районах міста.

Збереження в місті природного ландшафту упродовж тривалого часу, як свідчить практика, є справою практично неможливою. Водночас слід усіма силами намагатися продовжити його існування на урбанізованій території, зберігаючи до останнього окремі фрагменти: куртини дерев чи навіть одне вікове дерево.

На взаємозв'язок міста з природним оточенням впливають такі фактори:

- величина і розташування лісових масивів;
- наявність водоймищ і водотоків;
- мезо- і мікрокліматичні особливості;
- структура міста (розчленована, компактна, розтягнута тощо);
- функціональне зонування міста;

- народногосподарський профіль міста;
- санітарно-гігієнічні умови;
- розвиток транспортних зв'язків;
- композиційно-візуальний взаємозв'язок (панорамний огляд, домінанти, ізоляція тощо);
- співвідношення «відкритих» і «закритих» просторів.

Під системою відкритих просторів розуміють таку сукупність взаємодіючих незабудованих (озелених, водних) територій міста або будь-якого містобудівного утворення, яка сприяє оздоровленню оточуючого середовища, поліпшує умови масового відпочинку населення, збагачує зовнішній вигляд міста, допомагає охороні природного ландшафту. Вирішенням цих завдань в умовах містобудівної діяльності займається *ландшафтна архітектура*.

Під час формування природного каркасу міста, важливо брати до уваги такі найбільш важливі принципи:

- наступність побудови каркасу у зовнішньому плані (основні осі природного каркасу міста повинні бути логічним продовженням тих чи інших елементів природного каркасу оточуючого місто району);
- взаємопов'язаність елементів каркасу (каркас повинен являти собою не випадкову мозаїку різних за призначенням міських зелених насаджень, а, швидше, мережу екологічних осей, на перетині яких доцільно формувати порівняно крупні масиви зелені – центри екологічної активності);
- відносну автономність окремих частин каркасу (елементи каркасу повинні проникати в усі найзначніші структурні ланки міста – житлові й промислові райони, мікрорайони тощо);
- функціональна відповідність каркасу конкретним природним і економічним особливостям міста, що повинно відбиватися як на побудові структури каркасу, так і на його біологічних характеристиках;
- одночасне формування каркасу (хоча б у нових містах) з міською забудовою як частини архітектурно-планувальної структури міста.

Оскільки елементи природного каркасу міста – це не що інше, як озеленені території, а їх біопродуктивність і фітомеліоративна дія різні, при цьому необхідно брати до уваги «екологічний потенціал» різних елементів каркасу.

Загальна площа озеленення в місті – важливий показник, особливо у зіставленні з іншими функціональними зонами, оскільки екологічна ефективність великих, середніх і малих за розмірами насаджень є різною. В зв'язку з цим структуру природного каркасу міста можна умовно поділити на макро-, мезо- і мікроструктуру.

Макроструктура включає крупні зелені масиви міста – парки, лісопарки, ботанічні і зоологічні сади, великі масиви захисних насаджень,

які створюють своєрідну мозаїку, що стримує урбанізаційні процеси. Формування елементів природного каркасу є створенням комплексної зеленої зони міста з її водно-зеленими діаметрами, озеленими санітарно-захисними зонами, а також системи «капілярів» – озелених вулиць, бульварів, захисних зелених насаджень, що сполучають елементи макроструктури природного каркасу з приміськими лісопарками і лісами.

До *мезоструктури* природного каркасу міста належать сади, сквери, алеї, інші зелені насадження в межах житлових районів і мікрорайонів. У старих частинах міста можна виділити два типи мезоструктури – міжквартальні (алеї, озеленені вулиці, сквери) і внутріквартальні (сади, городи, палісадники тощо). В екологічному співвідношенні ці типи достатньо відрізняються навіть при однаковій щільності забудови: в першому випадку антропогенний стрес є набагато більшим (транспорт, пішоходи, собаки), у другому ж – більше можливостей для порівняно вільного розвитку зелених насаджень внаслідок постійного і досить сильного антропогенного впливу на житлову територію.

Мікроструктура природного каркасу формується окремими елементами озеленення – газонами, квітниками, чагарниками, вертикальним озелененням, садами на дахах, окремими деревами, зеленими бордюрами та стінами, розаріями тощо.

Формування природного каркасу міста здійснюється одночасно з локальними еколого-компенсаційними заходами.

Багатофункціональність озеленення робить його невід’ємним і необхідним елементом міського середовища, *основою ландшафтної організації населених місць*. На всіх етапах розвитку міста слід брати до уваги аспекти його взаємодії з ландшафтом:

1) *територіально-функціональний*, який включає взаємодію і протиріччя між суміжними різнофункціональними територіями, що регулюються функціональним зонуванням території міста на основі ландшафтного аналізу всіх стикових ділянок;

2) *просторово-композиційний*, коли елементи міста і ландшафту рівноправно беруть участь у формуванні просторових композицій;

3) *динамічного розвитку*, який враховує часовий фактор і дає можливість простежити за змінами архітектурно-планувальної організації міських структур, в тому числі й елементів ландшафту, в часі і просторі.

Еколого-містобудівна оцінка озелених територій розрізняється на різних стадіях проєктування. Послідовний перехід від районного планування до стадії генерального плану міста і далі до ПДП дає змогу з достатньою глибиною проаналізувати і обрати обґрунтований варіант системи озелених територій [3].

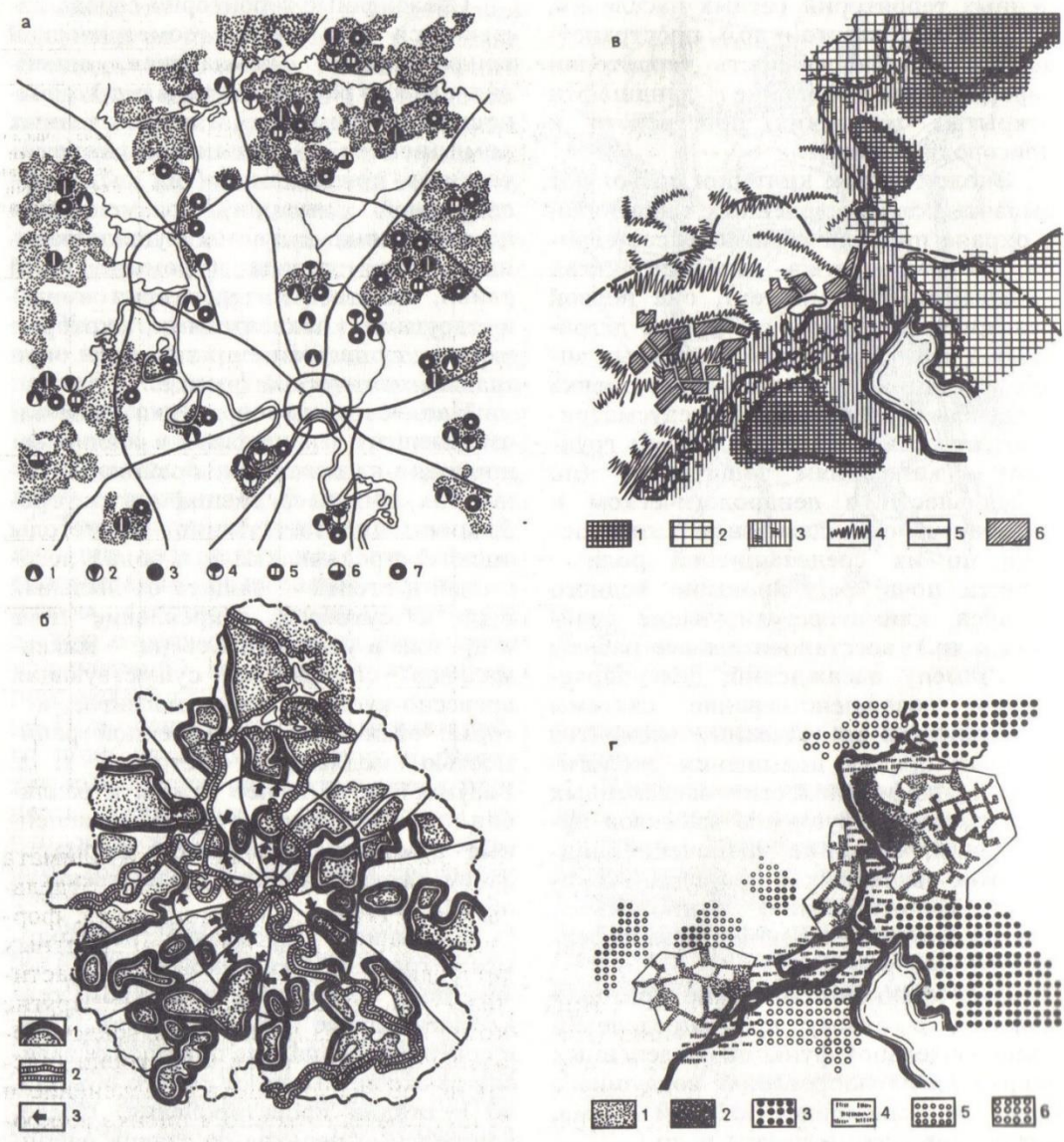


Рис 3. Комплексна оцінка озелених територій крупного міста:

a – оцінка за комплексом функцій: 1 – рекреаційна; 2 – архітектурно-художня; 3 – планувально-регулятивна; 4 – природоохоронна; 5 – видовищно-пізнавальна; 6 – санітарно-гігієнічна і мікрокліматична; 7 – господарська; *б* – оцінка взаємозв'язку природних комплексів і забудованих територій: 1 – зони впливу зелених масивів; 2 – зони впливу річок і водоймищ; 3 – напрямки орієнтації з «глибинних» районів забудови; *в* – схема ландшафтного зонування: 1 – територія з мальовничим ландшафтом, що охороняється, призначена для відпочинку; 2 – територія, що охороняється, має потенційні умови формування мальовничого ландшафту і використовується згодом для відпочинку; 3 – непридатні для будівництва території можуть бути перетворені для відпочинку (перезволожені та заболочені); 4 – території з деформованим ландшафтом, що підлягає відновленню (яруги, відвали порожніх порід); 5 – межі санітарно-захисних зон; 6 – сільбищна територія міста; *г* – схема озеленення на основі ландшафтного зонування: 1 – озеленені території в житлових районах; 2 – міський парк; 3 – лісопарки; 4 – лугопарки; 5 – фруктові сади і розсадники; 6 – ліси

Комплексна зелена зона міста (КЗЗМ) складається із внутрішньоміської і заміської систем озеленення, об'єднаних між собою соціальними, економічними і екологічними зв'язками. Зелена заміська зона – територія за межами міста, зайнята лісами і лісопарками, яка виконує захисні й санітарно-гігієнічні функції і є місцем відпочинку населення. За сучасними уявленнями, *комплексна зелена зона міста – це науково обґрунтована сукупність територій всередині міста і за його межами, котра включає зелені насадження, водні простори й інші елементи природного ландшафту, які є природним каркасом планувальної структури міста і забезпечують рекреаційні, санітарно-гігієнічні, естетичні та соціальні функції з метою створення здорового оточуючого середовища для праці, побуту і відпочинку населення.* [1]

Виділення і організація КЗЗМ має здійснюватися з урахуванням:

- планувального взаємозв'язку лісопаркової і лісогосподарської частин зеленої зони з містом і його планувальною структурою;
- односторонньої транспортної доступності (на громадському транспорті) масивів лісопаркової частини і двосторонньої – лісогосподарської частини;
- оздоровчого впливу на стан оточуючого середовища міста у випадку підвітряного розташування укрупнених лісових масивів;
- доцільності об'єднання в безперервну систему лісів зеленої зони з внутрішньоміськими зеленими насадженнями;
- максимальної одночасної відвідуваності населенням на 1 га території;
- наявності оздоровчих установ, автомобільних і пішохідних доріг, водоймищ у лісопарковій госпчастині;
- комфортності оточуючого середовища в лісогосподарській частині зеленої зони (чисте повітря, сприятливі кліматичні та акустичні умови тощо).

Для міст з чисельністю населення до 1,0 – 1,2 млн чол. мінімальну ширину заміської зеленої зони (в метрах) розраховують за формулою:

$$n = 4,167\sqrt{2400H} - H^2,$$

де H – розрахункова чисельність населення міста, тис. чол. [1].

Перспективне планування розвитку системи зелених насаджень доцільно здійснювати на підставі генеральних планів і проєктів комплексних зелених зон міст. Планові показники розвитку КЗЗМ мають відповідати номенклатурі основних структурних елементів міської і заміської територій, тобто об'єктів і ділянок зеленого будівництва та господарства з урахуванням наявності територіальних і матеріальних ресурсів.

Фітомеліорація і фітотехнології

Крім традиційних функцій рослинного блоку в будь-якій екосистемі в урбоекосистемі набувають великого значення і наступні функції рослинності:

- охолодження міських теплових зон через збільшення альbedo поверхні і транспірації («альbedo» – відношення кількості променистої енергії Сонця, відбитої від поверхні будь-якого тіла, до кількості енергії, що падає на цю поверхню; «транспірація» – фізіологічний процес випаровування води живими рослинами);
- стабілізація вітрового режиму, «розвантаження» повітряних мас;
- збільшення відносної вологості повітря і «вирівнювання» добових і сезонних її коливань;
- забезпечення атмосфери киснем, як побічним продуктом реакції фотосинтезу;
- збільшення кількості негативно заряджених іонів, що мають сприятливий вплив на людину, над рослинними насадженнями;
- виділення біологічно активних речовин, які пригнічують розвиток патогенних речовин в атмосфері;
- поглинання забруднюючих атмосферу газів і пилу;
- зниження рівня шуму внаслідок поглинання енергії звукових коливань;
- затримання частини опадів і зменшення поверхневого стоку;
- формування умов аеробного розкладу речовин, забруднюючих воду, поглинання біогенних елементів у водних і болотних екосистемах;
- покращення структури, збільшення проникності та родючості ґрунтів;
- затримання снігового покриву і талих вод;
- закріплення сипучих ґрунтів, зниження рівня ерозії;
- покращення естетичних властивостей урбанізованих ландшафтів. [2]

Реалізація перелічених функцій рослинності у формуванні та оптимізації урбанізованого середовища здійснюється з використанням теоретичних основ і практики *фітомеліорації*.

Фітомеліорація – це напрям прикладної екології, який займається дослідженням, прогнозуванням та використанням рослинних систем для покращення геофізичних, геохімічних, біотичних, просторових та естетичних характеристик оточуючого людину середовища, проєктуванням і створенням штучних рослинних систем при цілеспрямованому використанні тих рослинних спільнот, що мають високі перетворюючі фізичне середовище властивості. [2]

Фітомеліорація міських ландшафтів є дією, спрямованою на формування фітоценотичного покриву – автотрофного блоку конкретного біогеоценозу і урбоєкосистеми міста в цілому. [1] Ця перетворювальна дія фітоценозів-продуцентів веде до перебудови решти компонентів біогеоценозу: фітомеліоранти (рослини) збуджують до дії зоомеліорантів (угруповання гетеротрофних тварин) та протомеліорантів – гетеротрофів-редуцентів (угруповання мікроорганізмів і бактерій, актиноміцетів, грибів, найпростіших тощо). Об'єктивні процеси перетворень, які відбуваються в невинному ході коеволюції (взаємодії біотичних компонентів біогеоценозу), належать до числа необхідних внутрішніх зв'язків біосфери. Порушення перебігу перетворювальних функцій призводить до неузгодженості і дезорганізації біогеоценозів як системи (лісова деградаційна рекреація, пересушення, перезволоження та засолення земель, лінійна і площинна ерозії, інтенсивне поширення площ мертвої підстильної поверхні в містах, і, нарешті, девастові території – терикони, кар'єри, звалища). Прогресивна перетворювальна функція фітоценозу (а загалом і всього біогеоценозу) є об'єктивним процесом розвитку біологічної системи, корисної з позицій людини. Тому, включаючи в фітомеліоративну систему природні фітоценози або створюючи їх штучним шляхом, слід добре знати закономірності біогеоценотичного розвитку і сприяти прогресу біосфери, не допускаючи регресу.

Враховуючи екологічні та соціальні функції фітомеліоративного процесу, виділяють *шість напрямків фітомеліорації*:

- меліоративну («замежної партиненції»);
- інженерно-захисну,
- сануючу,
- рекреаційну,
- етико-естетичну,
- архітектурно-планувальну.

Меліоративний напрямок забезпечує підвищення меліоруючої ефективності фітоценозу, спрямованої на «поліпшення» едафотопу, кліматопу та біотичних компонентів – зооценозу і мікробіоценозу. Водночас відбувається «самополіпшення» того ж таки фітоценозу. Це може робити сама природа (саморегуляція), а може здійснюватися за допомогою людини (керовані біогеоценози: плантації, газони, квітники, сади, польові культури тощо).

Інженерно-захисна фітомеліорація з перевагою латерально-активної функції спрямована на протидію різним геофізичним потокам, зокрема: а) вітросніговим; б) вітропилопінним; в) вітропилодимовим; г) вітроводопінним; д) водним; е) водно-грунтовим. Кожному з цих латеральних потоків відповідають різні методи і способи фітомеліоративних заходів.

Сануюча фітомеліорація виконує санітарно-гігієнічні функції – киснетвірні, фільтрувальні, фітонцидні, іонізаційні, шумопоглинальні тощо. Найвищою сануючою фітомеліоративною ефективністю відрізняється висока зелень лісів і парків (деревні посадки).

Рекреаційна фітомеліорація пов'язана з використанням рослинного покриву міст і приміських зон для відпочинку населення: лісопарки, парки, лугопарки, гідропарки, сади і сквери, набережні і бульвари. До них також належить і зелень колективних садів і городів, де праця поєднана з фізичним і психологічним відпочинком людей, які часто страждають від гіподинамії.

Етико-естетична фітомеліорація базується на досягненнях фітодизайну, виховує в населення високу духовність, розвиває естетичні смаки.

Архітектурно-планувальна фітомеліорація забезпечується системою озеленення міст. В Україні ця система озеленення набула назву *комплексної зеленої зони міст і робітничих селищ*. Генеральні плани міст мають створюватися з урахуванням підвищення фітомеліоративної ефективності усієї міської і заміської зелені, тим більше, що наразі існують методики підрахунку фітомеліоративного ефекту різних типів рослинного покриву. [1]

Особливо велику роль у створенні систем озеленення міст відіграє лісова рослинність. Як компонент навколишнього середовища, ліс, взаємодіючи з іншими компонентами (водою, ґрунтом, повітрям тощо), бере участь у підтримці рівноваги всієї системи та в кругообігу речовин. Міський «ліс» – це територія міста, зайнята зеленими насадженнями, де основний масив дерев посідає в середньому не менше 5,5 м²/га.

Зелені зони міст виділяють із земель державного лісового фонду, розташованих за межами міста з урахуванням площі зон санітарної охорони джерел водопостачання, округів санітарної охорони курортів, захисних смуг вздовж залізничних та автомобільних доріг, а також заборонних лісосмуг, які захищають місця нересту цінних порід риб.

Для міст, де відсутні природні ліси та інші насадження, ліси зелених зон створюють штучно на землях, непридатних для ведення сільського господарства.

Нормативні розміри загальної площі зелених зон встановлюються залежно від чисельності населення міста, природно-кліматичної зони та лісистості території.

За цільовим призначенням зелені зони міст територіально поділяються на лісопаркову і лісогосподарську. Розміри лісопаркової зони встановлюються залежно від чисельності населення міста (табл. 2.).

Розміри лісопаркової частини зеленої зони міста

Чисельність населення міста, тис. чол.	Розмір лісопаркової частини зеленої зони, га/1000 чол.
Понад 500 до 1000	25
Понад 250 до 500	20
Понад 100 до 250	15
До 100	10

Контрольні запитання

1. Як впливають озеленені території на якість навколишнього середовища?
2. Які основні вимоги до підвищення оздоровчої ефективності озелених територій?
3. Які типові стани ландшафту існують в межах міста?
4. Що беруть до уваги під час формування природного каркасу міста?
5. Яка структура природного каркасу міста?
6. Що таке комплексна зелена зона міста? Який її склад та як здійснюється організація?
7. Які функції рослинності в урбоєкосистемі?
8. Що таке фітомеліорація міських ландшафтів? Які її напрямки?

5. Поліпшення мікроклімату на забудованій території засобами благоустрою

Глобальне потепління та планетарні зміни клімату наприкінці ХХ та на початку ХХІ ст. змінюють помірні (за місцем розташування території України) кліматичні умови, наближаючи їх влітку на міських територіях до умов зон спекотного клімату, що визначає необхідність всебічного дослідження факторів, які впливають на формування теплового режиму мікроклімату міських територій, і розроблення архітектурно-планувальних принципів його регулювання. У ХХ столітті Земля стала «планетою великих міст». Урбанізація – це об'єктивний процес, зумовлений потребами суспільства, виробництва, характером суспільного устрою. Проте крупне місто змінює майже всі компоненти природного середовища – атмосферу, рослинність, ґрунти, рельєф, мережу гідрографії, підземні води і навіть клімат. Архітектурно-планувальні та техногенні особливості міської території сприяють формуванню місцевого клімату, відмінного від клімату приміської території. В промислових зонах, на окремих вулицях, кварталах,

площах, парках тощо створюються свої особливі мікрокліматичні умови, що визначаються міською забудовою, наявністю промислових підприємств, ґрунтовим покриттям, розподілом зелених насаджень і водойм. Тепловий режим мікроклімату формується на локальних ділянках міста та визначається взаємодією природо-кліматичних і штучних умов місцевості (сонячна радіація, вітровий режим, наявність водойм та озеленення), архітектурно-планувальних особливостей забудови, ступеня благоустрою. Найважливішим є мікроклімат житлових територій – місця повсякденного тривалого перебування людей усіх вікових категорій. Він повинен бути відповідним сучасним гігієнічним вимогам, сприяти продуктивній праці та повноцінному відпочинку. Тому важливим напрямом у розвитку архітектури міста є вироблення сучасних способів формування зон екологічного комфорту в умовах ущільненої забудови. З урахуванням кліматичних умов міста та умов природнокліматичної зони впроваджують заходи щодо поліпшення міського клімату: регулювання швидкості вітру і вентиляції міста; зменшення втрат тепла будівлями; регулювання відносної вологості повітря; регулювання надходження сонячної радіації. Крім традиційних методів (організаційних, управлінських тощо) наразі з цією метою використовують різноманітні зелені насадження. До них можна віднести: застосування вертикального озеленення фасадів, озеленення дахів будівель, використання мобільних (модульних) систем озеленення. Зелені насадження є невід’ємною частиною планувальної структури сучасного міста. Головною функцією системи зелених насаджень є підтримання екологічної рівноваги в урбоєкосистемі, формування екологічно сприятливого міського середовища та створення комфортного середовища для населення.

Під час створення системи зелених насаджень варто враховувати, що тривалість життя рослин в умовах міста часто скорочується в 3-5 разів у порівнянні з природним середовищем. Поліпшуючи умови життєдіяльності зелених насаджень в місті, можна продовжити строки їхнього ефективного функціонування з метою збереження екологічної рівноваги, гармонійного та цілеспрямованого розвитку урбанізованих територій і природного середовища. Така рівновага базується на відповідності ряду факторів:

- видовий склад зелених насаджень повинен відповідати природнокліматичним умовам;
- функціональне призначення озеленого простору – його розмірам, характеру і особливостям;
- рівень благоустрою озеленого простору – інтенсивності його використання [10].

Через те, що людство досі спалює викопне паливо, в атмосфері накопичуються парникові (тепличні) гази, які затримують сонячне тепло. Як наслідок, клімат змінюється швидше. Один з проявів цієї зміни — хвили тепла, тобто спекотна майже безвітряна погода, яка триває 5 і більше днів.

Що більше буде змінюватися клімат, то довше триватиме “літо” і тим більше хвилі тепла загрожуватимуть здоров’ю людей.

Оскільки ці прояви зміни клімату вже відчутні й далі відбуватимуться, до них необхідно адаптуватися. Цьому можуть посприяти природоорієнтовані рішення — засоби, що допомагають пристосуватися до зміни клімату через захист, стає управління, та відновлення екосистем.

Сучасні системи зелених насаджень мають велике і різноманітне мікрокліматичне значення: регулюють температурний режим (температура повітря знижується в середньому на 3-4°C), захищають від надмірної сонячної радіації, підвищують вологість повітря до 30%, створюють природне затінення міських територій. Озеленення є органічною складовою функціональної і просторової структури міської забудови, які треба розглядати як важливий фактор регулювання теплового режиму мікроклімату на урбанізованій території. Зелені насадження та їх системи, незалежно від їхнього функціонального призначення, необхідно використовувати для формування сприятливого середовища, що оточує людину, та збагачення архітектурно-планувальної композиції міського простору. Отже, сучасні підходи до озеленення міського простору: вертикальне озеленення, озеленення дахів, модульні системи озеленення тощо, дозволяють вирішувати проблеми поліпшення стану довкілля без радикальних методів перетворення міського середовища — без зносу будівель для влаштування нормованої кількості озелених зон. Створення сучасних альтернативних систем озеленення є ефективним засобом стабілізації мікроклімату на урбанізованій території. Це сприятиме поліпшенню благоустрою та умов проживання населення в містах, а це, зрештою, дозволить зробити міста привабливими і безпечними для життя і ділової активності, справжніми центрами розвитку сучасної цивілізації.

Озеленення — важливий елемент адаптації до змін клімату. Але щоби адаптація була системною та послідовною, її необхідно почати із аналізу вразливості конкретного міста до зміни клімату, на його основі визначити низку необхідних заходів та включити їх у план відбудови/розвитку територіальної громади. Якщо цей аналіз показує, що вертикальне озеленення — це дійсно правильне рішення для цієї місцевості, тоді його можна і потрібно запроваджувати.

Вертикальне озеленення — елементи озеленення фасадів будівель, паркових споруд, спеціальних ажурних споруд, вертикальних стін та інших об’єктів з використанням деревовидних ліан та витких рослин. Вертикальне планування архітектурно-ландшафтного об’єкту — комплекс заходів, спрямованих на оформлення існуючого рельєфу залежно від композиційного рішення щодо влаштування архітектурно-ландшафтного об’єкта з максимальним збереженням рослинності та ґрунтового покриву.

Вертикальне озеленення має багато переваг, а саме:

- поліпшення естетики та комфорту міського середовища;
- створення додаткового простору для рекреації та вирощування рослин;
- зменшення температури повітря та енергоспоживання для охолодження приміщень;
- захист стін від ультрафіолетового випромінювання та забруднення;
- поліпшення якості повітря та зменшення шуму;
- збереження біорізноманіття та підтримка екосистем.

Однак вертикальне озеленення також має деякі проблеми, які потребують уваги та розв'язання, наприклад:

- вибір відповідних рослин, які будуть адаптовані до кліматичних умов, освітленості, вологості та типу опори;
- велика початкова вартість установа, потреба в регулярному догляді за рослинами;
- організація ефективної системи поливу, дренажу та живлення рослин;
- забезпечення міцності та безпеки опорних конструкцій та фасаду будинку;
- здійснення регулярного догляду, обрізки, захисту від шкідників та хвороб;
- уникнення поширення інвазивних видів рослин або конфліктів з сусідами.
- часто в таких композиціях використовують фітонцидні рослини, які чинять оздоровчу дію на організм людини.

Але головною перевагою вертикального озеленення є поліпшення відеоекологічних параметрів навколишнього середовища, які позитивно впливають на психічний стан людей.

Системи вертикального озеленення можуть бути ґрунтовими, гідропонними або із застосуванням спеціальних модулів. Вони забезпечують можливість створення зелених стін із використанням різних видів рослин, включно з квітами, мохом чи травами (рис. 4).

Під час створення системи вертикального озеленення треба мати на увазі, що, наприклад, дикий виноград Вічі, який застосовується для цього, та плющі можуть проникати навіть у дрібні тріщини у фасаді та завдавати руйнувань. Тому такі рослини бажано висаджувати на спеціальній опорній конструкції чи на огорожі. Крім того, дикий виноград і деякі види декоративного плюща — це немісцеві рослини, а завезені до нас із інших куточків світу. Якщо їх висаджувати неподалік парку або лісу, вони за сприятливих умов можуть поширитися там на дерева, витісняючи підріст та трави і діючи як інвазійні види. Водночас за умови правильного створення системи вертикального озеленення можна досягти відчутних результатів.



Рис. 4. Озеленення на фасаді будинку

Перший і очевидний результат — охолодження. Завдяки тому, що рослини використовують сонячну енергію для фотосинтезу, а також відкидають тінь на стіну, поверхня будинку не перегрівається. А випаровування вологи з поверхні рослин дає охолоджувальний ефект. Дослідження показали, що озеленення стіни дає зниження температури поверхні на 4 -5°C у порівнянні із голою стіною.

По-друге, рослини затримують леткі органічні сполуки, пил, інші мікрочастки та виділяють кисень, тому поліпшують якість повітря. Київ декілька разів посідав перші позиції в рейтингу міст із найгіршою якістю повітря. Тому збільшення площі зелених насаджень, зокрема вертикального озеленення, має позитивно вплинути на ситуацію, хоча і не розв'яже проблему, адже не діє на джерело забруднення.

Також вертикальне озеленення знижує рівень шуму, залежно від виду рослини та віддаленості джерела звуку. Проте що вищим є рівень шуму, то вищий ризик ішемічного захворювання серця, тому навіть незначне його зниження позитивно впливає на здоров'я.

Крім того, зелені насадження — це осередки біорізноманіття в місті. Вони можуть створювати цілі екосистеми, приваблюючи комах та птахів. Комахи потрібні в будь-якій екосистемі, адже вони, як мінімум, є і запилювачами, і кормом для пташок.

Варіанти вертикального озеленення (рис. 5), де і для чого цей прийом найчастіше використовується:

- *Вертикальне озеленення будівель.* Це може бути вертикальне озеленення будинку на дачі, адміністративної будівлі в центрі міста, будь-

якої заміської споруди. Використовується воно для того, щоб приховати деякі видимі дефекти будови, або ж просто прикрасити споруду.



Рис. 5. Використання вертикального озеленення в ландшафтному дизайні

- *Вертикальне озеленення для створення мікроклімату.* З використанням подібного озеленення можна коригувати проникнення світла в будь-яке приміщення або дачну будівлю (протягом теплого сезону), а також, регулювати температуру свіжого повітря.

- *Позбавлення від пилу і шуму, підвищення вологості.* За допомогою багатьох кучерявих рослин, які використовують для озеленення території та споруд на ділянці, можна створити не тільки привабливий вигляд, але і очистити повітря від пилу, нормалізувати вологість. Також густе листя дещо знизить рівень шуму, тим самим, зробивши перебування на балконі, терасі, в альтанці або патіо більш комфортним;

- *Поділ і огороження території.* Це можуть бути живі огорожі, ширми, перголи, дерев'яні решітки або пластикові сітки, які обплетені клематисами або кучерявими трояндами. Непогано виглядає така природна стіна, яка ділить територію на кілька зон, водночас поліпшуючи зовнішній вигляд.

Для оформлення житлового простору застосовують *спеціальні каркаси з фітомодулей*. За будовою вони поділяються на:

- мобільні. Вони здатні переміщатися по всьому периметру інтер'єру, що дає їм змогу ідеально вписуватися в житловий інтер'єр;

- стаціонарні. Являють собою монолітні споруди, які встановлюють на центральній або бічній стіні. Найчастіше вони повністю закривають поверхню стіни.

Спеціальні конструкції для вертикального озеленення:

- *жива огорожа*. Саме з живоплоту найбільш часто і починається вертикальне озеленення ділянки. Основами і конструкціями для неї можуть бути спеціальні декоративні форми - ширми і трельяжі, або ж звичайні паркани, за якими плетуться рослини.

- *пергола*. Це - міцна, але не надто об'ємна, декоративна дерев'яна решітка, яка може утримати вагу рослин, за допомогою яких вона сформована.

- *арки і фасади*. Стандартні арки, які обплетені виноградом або просто кучерявими рослинами, створюють для оздоблення і декорування ділянки. Для цього варто зробити міцний прилеглий каркас, добре закріпити його і пустити по ньому певну рослину.

- *контейнери*. Можливе і вертикальне озеленення в контейнерах, спеціальних ящиках і підвісних вазонах. Найчастіше цей спосіб застосовується для декорування місць відпочинку і фасадів будівель біля входу всередину. Також, контейнерне озеленення чудово підходить і для прикрашання веранд, терас, альтанок.

Для вертикального озеленення ділянок та будівель використовують однорічні та багаторічні рослини.

Можливі й інші природорієнтовані рішення для адаптації до змін клімату:

- зелені дахи;
- міські та балконні городи;
- газони, засіяні місцевим різнотрав'ям;
- дощові садки;
- міські водно-болотні угіддя;
- зелені парковки та велопарковки тощо.

Озеленення на дахах будинків - це досить новий і цікавий спосіб оформлення міських та заміських споруд, який має багато переваг, а саме: поліпшення стану довкілля, естетики, тепло- та звукоізоляції, а також створення додаткового простору для відпочинку. Озеленення на дахах може бути екстенсивним або інтенсивним, залежно від глибини субстрату, виду рослинності та ступеня догляду. Екстенсивне озеленення виконує функції екологічно чистого та ефективного захисного покриття гідроізоляційного шару. Для такого типу озеленення будуть доречні посухостійкі рослини із сімейства седумів, лікарських рослин і трав'яний покрив. Інтенсивні зелені дахи можна легко порівняти з побудовою саду на даху. Вони зазвичай багатофункціональні і доступні. Залежно від глибини субстрату можливо розміщувати газони, багаторічники, кущі, дерева,

включно з іншими ландшафтними варіантами, такими як ставки, альтанки, патіо, автомобільні та пішохідні доріжки. Для озеленення на дахах потрібно враховувати низку факторів: міцність перекриття, гідроізоляція, дренаж, полив, захист від вітру та ерозії тощо.

Зелені дахи – це конструкції, вкриті шаром рослинності, що встановлюються на даху для покращення екологічності та енергоефективності. Вони складаються з декількох шарів: гідроізоляції, дренажу, субстрату для рослин і самого рослинного покриву. Товщина субстрату зазвичай варіюється від 5 до 20 см для екстенсивних дахів і понад 20 см для інтенсивних, які дозволяють висаджувати кущі чи навіть дерева (рис. 6).



Рис.6. Конструкція вертикального озеленення

Зелені дахи знижують температуру поверхні на 15–20 °С у спекотний день, зменшуючи витрати на кондиціонування. Вони також утримують до 70% опадів, зменшуючи навантаження на міську дренажну систему. Середній термін служби даху з озелененням становить 40–50 років, що удвічі більше за звичайний дах.

Рослинність на даху покращує якість повітря, зменшує рівень шуму на 10–15 дБ і сприяє зниженню викидів CO₂. Установка таких дахів коштує від \$100 до \$200 за м² для екстенсивного озеленення та від \$200 до \$500 за м² для інтенсивного. Додаткові витрати включають догляд за рослинністю та періодичне обслуговування дренажу.

Зелені дахи також підвищують вартість нерухомості на 5–10% і створюють додаткові можливості для відпочинку чи садівництва. Однак їхній монтаж вимагає врахування додаткового навантаження на

конструкцію будинку, що може становити від 50 до 150 кг/м² залежно від типу озеленення.

Вага вертикального озеленення на даху будинку може значно варіюватися залежно від типу системи, використовуваних матеріалів та рослин. Існують два основні типи зелених дахів:

1. **Екстенсивні зелені дахи** легші, мають тонкий шар субстрату (5-15 см) і використовують невибагливі рослини, такі як мохи, седуми та трави. Вага екстенсивного зеленого даху в мокрому стані зазвичай становить від **50 до 150 кг/м²**.

2. **Інтенсивні зелені дахи** важчі, оскільки мають глибший шар субстрату (більше 15 см) і можуть підтримувати більш крупні рослини, кущі або навіть дерева. Вага інтенсивного зеленого даху може досягати від **200 до 500 кг/м²** або більше.

Встановлення зеленого даху може вимагати посилення конструкцій будівлі. Перед встановленням вертикального озеленення необхідно:

- Провести структурний аналіз з кваліфікованим інженером-конструктором, щоб визначити, чи здатні існуючі перекриття витримати додаткове навантаження.
- Врахувати додаткові навантаження, а саме: вага води після дощу, снігу та обслуговуючого персоналу.
- Розробити план гідроізоляції та дренажу, щоб запобігти пошкодженню будівлі від вологи.

Таким чином, зелені дахи можуть значно збільшити навантаження на будівлю, тому часто потребують посилених перекриттів або спеціального проектування конструкцій для безпечного встановлення.

Окрім очевидного декоративного ефекту, у газону, викладеного на даху, є додаткові переваги:

- трав'яний дерновий дах прекрасно захищає перекриття від сонячних променів і надлишкового ультрафіолету, через пористу структуру основи газону будинок з травою на даху в літній період захищає не гірше поліуретанової або пенополістирольної теплоізоляції, не виділяючи при цьому шкідливих випарів;
- газон, навіть з самої низькорослої трави, затримує забруднення і пил, що міститься в повітрі. Якщо в процесі будівництва правильно підібрати умови і трави для висіву газону, то замість запаху розігрітого на сонці пластика можна отримати аромат м'яти або чебрецю;
- вважається, що в будинках з травою на даху шумоізоляція набагато краща, ніж на звичайних покрівлях. Будівництва окремого шару звукоізоляції точно не знадобиться, бо дах з дерну глушить навіть кроки і звуки розмови.

При проєктуванні і влаштуванні зеленого даху (рис.7) важливо забезпечити для рослин навколишнє середовище якомога ближче до природнього, компенсувати нестачу землі.



Рис. 7. Приклади озеленення на дахах будівель (див. також с. 43)



Закінчення. Рис. 7

Одним з елементів благоустрою на даху будинку може бути також басейн. Звісно, він разом з озелененням створює додаткове навантаження на конструкції будинку та вимагає серйозного посилення конструкцій.

Вага басейну на даху будинку залежить від його розмірів, глибини та матеріалів конструкції. Основним компонентом ваги є вода, але слід також враховувати вагу самої конструкції басейну (матеріали: бетон, сталь або композити), додаткового обладнання (фільтраційні системи, насоси, плитка), а також людей та аксесуарів (шезлонгів, парасоль тощо). Скажімо, вага води на 1 м² залежно від глибини басейну становить 1000-2000 кг/м² за глибини від 1 до 2 м. Важливо також забезпечити надійну гідроізоляцію та

систему відведення води, щоб уникнути протікань та пошкоджень, врахувати норми безпеки щодо висоти огорож та доступу до басейну.

Для прикладу був виконаний розрахунок навантаження на перекриття від басейну довжиною 25 м з чотирма доріжками. Встановлено, що загальне навантаження від басейну становить приблизно 642,2 т, а навантаження на перекриття – близько 2 569 кг/м².

Отже, басейн на даху створює значне додаткове навантаження, яке може сягати кількох тонн на квадратний метр. Це суттєво перевищує стандартні навантаження, для яких проєктуються звичайні перекриття. Тому влаштування басейну на даху потребує детального планування, професійного проєктування та, ймовірно, посилення конструкцій будівлі.

Біоміметика у дизайні міських просторів

Біоміметика (або біоніка) в дизайні міських просторів — це використання природних принципів і структур для створення більш ефективного, стійкого та гармонійного середовища. Цей підхід імітує природні системи для вирішення архітектурних, екологічних та інфраструктурних задач.

Архітектори й дизайнери інтегрують біоміметичку, створюючи будівлі й інфраструктуру, що імітують природні форми, наприклад, фасади, які копіюють структуру листя для оптимального поглинання сонячного світла або покрівлі, що нагадують шкіру пустельних рослин, адаптованих до утримання води.

Застосування біоміметики в міських просторах включає проєкти, де зелені стіни й дахи діють як фільтри для очищення повітря, а також водозбірні системи, що копіюють дощові цикли для збору й повторного використання води. У дизайні доріг і громадських просторів використовується принцип організації потоків руху, натхненний річковими системами або мурашиними стежками.

Біоміметика сприяє зменшенню енергоспоживання завдяки створенню природно вентильованих будівель і зменшенню впливу міських зон на довкілля. Такий дизайн покращує якість життя в містах, забезпечує комфортніші умови проживання і додає естетичної привабливості.

Серед відомих прикладів — будівля Eastgate Centre в Зімбабве (рис.8), яка використовує принципи вентиляції термітників для підтримання стабільної температури, або міські парки, спроектовані як екосистеми, які самостійно регулюють рівень вологості й біорізноманіття. Біоміметика дозволяє адаптувати міські простори до кліматичних змін і покращувати їхню екологічність.



Рис. 8. Будівля з елементами біоміметики

Пасивні будівельні системи

Пасивні будівельні системи — це технології й підходи, які забезпечують енергоефективність будівель без використання активних механічних пристроїв. Вони базуються на оптимальному використанні природних ресурсів, таких як сонце, вітер і тепло землі, для регулювання внутрішнього мікроклімату.

Основи пасивних систем включають теплову ізоляцію, контроль сонячного випромінювання, природну вентиляцію та акумуляцію тепла. Наприклад, орієнтація будівлі може бути спроектована так, щоб максимально використовувати сонячне тепло взимку й мінімізувати його надходження влітку.

Пасивне опалення й охолодження реалізується через матеріали з високою теплоємністю, такі як бетон або цегла, які акумулюють тепло вдень і віддають його вночі. Для зниження потреб у кондиціонуванні використовуються затінення, зелені дахи чи спеціальні покриття, що відбивають тепло.

Природна вентиляція забезпечується через розумне розташування вікон і вентиляторів, які створюють протяг або використовують висхідний рух теплого повітря. Для освітлення використовуються пасивні системи денного світла, такі як світлові труби або великі вікна з високим коефіцієнтом прозорості.

Переваги пасивних систем включають значне зниження споживання енергії (до 90% у порівнянні з традиційними будинками), екологічність, менші експлуатаційні витрати та довговічність. Недоліками є вища початкова вартість проектування та будівництва, а також необхідність точних розрахунків і врахування місцевих кліматичних умов.

Пасивні системи є основою концепції пасивного будинку (Passive House), який відповідає суворим стандартам енергоефективності та

забезпечує комфортний мікроклімат без активних систем опалення чи кондиціонування. Вони стають все популярнішими у світі завдяки зростанню уваги до сталого будівництва.

Контрольні запитання

1. Як засоби благоустрою можуть поліпшити мікроклімат на забудованій території?
2. Що таке вертикальне озеленення: його мета, переваги та проблеми?
3. Які відомі варіанти та конструкції вертикального озеленення?
4. Яким чином влаштовується озеленення на дахах будівель?
5. Що таке біоміметика в дизайні міських просторів?
6. Який сенс та застосування пасивних будівельних систем?

6. Організація та методи містобудівного проєктування відповідно до екологічних вимог

Людство в процесі урбаністичної діяльності створює комфортне середовище існування для себе, будуючи зручні сучасні оселі, облаштовуючи території найкращим чином. Але, зрозуміло, що це неможливо без тісного співіснування з природним оточенням. З огляду на те, що природні складові довкілля не залишилися в тому первісному, недоторканому стані, в якому вони були до початку активного втручання людини в природу, а зазнали на собі значного антропогенного впливу, людство має шукати межі допустимого впливу на природне середовище, гармонізувати стосунки людини і природи. Саме цим ми займаємося в процесі містобудівної діяльності з урахуванням екологічних вимог. Оскільки ми не можемо і не хочемо зупиняти виробництво, не здатні повністю припинити шкідливий вплив на довкілля, потрібно охороняти природу не всупереч науково-технічному прогресу, а завдяки йому. І тут постає головне завдання - підтримування рівноваги всередині людства та між ним і зовнішнім світом, його середовищем.

Таке завдання може і повинно бути вирішене як у глобальному масштабі, так і на усіх територіальних рівнях. Кожен рівень його вирішення має свої особливості, характеризується певним набором обмежень, можливостей і методів для досягнення поставленої мети. Вочевидь, досягнення цієї стратегічної мети в глобальному масштабі неможливе без досягнення її на *макротериторіальному рівні* (континенти, значні країни, окремі регіони найзначніших держав), що, в свою чергу, спонукає прагнути досягнення її на рівні більшості *мезотериторіальних одиниць*, які входять в макрорегіон (регіон, найзначніші агломерації). В особливо сприятливих умовах це можуть бути і *мікротериторіальні одиниці* (локальні системи розселення – агломерація, місто, населений пункт).

Оскільки *підтримування екологічної рівноваги* – важливіший екологічний принцип, це завдання розглядається і як *головна мета*

урбанізації. Водночас поняття екологічної рівноваги дещо інше, ніж в класичній екології, бо розвиток людства неодмінно призводить до зміни природного середовища, до еволюції всіх його компонентів. Проте такі зміни не мають носити характеру катастроф, а бути поступовими, забезпечувати територіальну різноманітність, перерозподіл техногенних навантажень і потрібні умови для адаптації природного середовища до цих навантажень.

Отже, під *екологічною рівновагою* під час розвитку процесів урбанізації ми маємо на увазі динамічний стан природного середовища, за якого забезпечується саморегуляція і відтворення основних його компонентів – атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтового покриву, рослинного та тваринного світу.

Для підтримування екологічної рівноваги потрібна ціла низка умов зі збереження основних характеристик природного середовища (ступінь геохімічної активності ландшафтів, рівні їхньої фізичної стійкості, баланс біомаси тощо), можливості реалізації яких залежать від територіального рівня.

На глобальному і *макротериторіальному* рівні всі умови, що забезпечують екологічну рівновагу, можуть і повинні бути виконані.

На *мікротериторіальному* рівні можна виконати лише частину умов екологічної рівноваги, якщо місто розглядати як локальну систему розселення («точкове» місто), яка не має достатніх можливостей для саморегуляції. Тому за екологічного підходу до міста воно має розглядатися в системі розселення й єдності з іншими, територіально зближеними з ним поселеннями і досить великим районом.

Отже, *мезотериторіальний рівень*, рівень районного планування – та реальна первинна територіальна основа, на якій можна забезпечити екологічну рівновагу.

Вирішення екологічних проблем урбанізації потребує достатньо чіткої постановки цілей і вибору засобів їхнього досягнення на кожному територіальному рівні. Питання охорони і поліпшення навколишнього середовища мають розглядатися послідовно на всіх рівнях містобудівної діяльності (від Генеральної схеми розселення на території країни і регіональних схем розселення до проєктів забудови міст і житлових комплексів), утворюючи єдину систему. Кожен рівень проєктування характеризується специфікою екологічних задач, різною значущістю чинників і явищ, виникненням нових факторів, що мають принципове значення тільки на даному рівні. На кожному з таких рівнів розробляють певні містобудівні документи, які обов'язково мають містити в своєму складі розділ «Охорона навколишнього середовища». В цьому розділі на відповідному територіальному рівні потрібно спрогнозувати наслідки втручання об'єкта проєктування в навколишнє середовище та розробити заходи щодо послаблення його негативного впливу (табл.3).

Таблиця 3

Розробка екологічних програм в різних видах містобудівних документів

Вид документа	Територіальний рівень	Масштаб	Строк проєктних рішень	Компоненти і чинники довкілля, що враховуються	Особливості документів та спеціальні завдання, що вирішуються
Схема районного планування	Мезо-територіальний (субрегіональний)	1:300000 -1:100000	20 років	-загальна екологічна характеристика району -забруднення повітряного басейну -поверхневі та підземні води -грунтово-рослинний покрив та порушення земель -тваринний світ -санітарно-епідеміологічні умови -пам'ятки історії, культури, монументального мистецтва	-комплексна оцінка навколишнього середовища з визначенням ефективності природоохоронних заходів -аналіз екологічної ситуації в межах агломерації -виділення: територій ландшафтів, що охороняються; - крупних зон масового відпочинку і туризму; - зон залягання корисних копалин; - зон затоплення та забруднення; - ділянок несприятливих природних процесів

Проект генерального плану міста	Мікро-регіональний	1:50000 1:25000 -1:10000 (1:5000)	20-30 років з виділенням 1-ої черги будівництва -10 років	-природно-кліматичні умови на території міста та приміської зони -природні й ландшафтні комплекси -геологічне середовище (рівень і хімічний склад ґрунтових вод, зсуви, заболоченість тощо) -забруднення повітряного басейну в приземному шарі атмосфери -фізичні чинники: шум, вібрації, електромагнітний фон території -пам'ятки історії та культури -заповідники	-розглядається вплив провідних факторів природного середовища на функціональне зонування території міста, планувальну організацію забудови, благоустрій, озеленення, проектування інженерних мереж і транспортних комунікацій -місто розглядається разом з приміською зоною і як структурний елемент систем розселення агломерації -дається ландшафтно-екологічна характеристика міста
Тер КСОП	Макро-територіальний рівень	1:2500000 -1:500000	20 років (можливо біль-ше)	-забезпеченість природними ресурсами -природні умови -ступінь можливого антропогенного впливу на природне середовище за чинниками: клімат, геологічне середовище, ґрунтово-рослинний покрив, повітряний і водний басейн, ґрунти, шумовий режим, електромагнітне випромінювання	Передпроектний, передплановий документ, що розробляється на всіх територіальних рівнях. Документ стратегічного характеру – Генеральні схеми для країни в цілому -ТерКСОП регулює територіальний розвиток, вирішення соціально-економічних задач -дається екологічне районування країни

	Мезотериторіальний рівень	1:300000 -1:100000	15-20 років з виділенням 1-ої черги – 5 років	-за необхідністю: тепловий режим, радіоактивні та інші фізичні впливи	Розробляється у складі проєктів районного планування -для ТерКСОП областей основною метою є збереження й відновлення природно-ресурсного потенціалу територій.
	Мікротериторіальний рівень	1:50000 -1:25000 (1:10000)	20-30 років з виділенням 1-ої черги – 10 років		Розробляється у складі генеральних планів міст -характерна особливість ТерКСОП міста – переважна орієнтація на забезпечення найсприятливіших умов життя, праці та відпочинку його населення
Детальний план території, проєкт детального планування	Локальний	1:5000 -1:2000	5-10 років	-санітарно-гігієнічні обмеження -інженерна підготовка та вертикальне планування території -наявність інженерних мереж -забрудненість приземного шару атмосфери транспортом і промисловістю	-конкретизація природоохоронних заходів, передбачених генеральним планом -розробляється на окремі частини сельбищної території населеного пункту чи інших функціональних зон -даються пропозиції щодо благоустрою, озеленення, інженерної підготовки, охорони і використання пам'яток історії та культури

				-шумовий режим -аераційний режим житлової території -інсоляція та перегрів житлових і громадських будівель -за необхідністю: оцінка компонентів природного ландшафту; умови сніго- та пилезанесення території	
Проект забудови	Локаль- ний	1:2000 та крупніше	5-10 років	-санітарно-гігієнічні показники комфортності території	-розробляється план благоустрою мікрорайонів і кварталів із зазначенням асортименту зелених насаджень, малих архітектурних форм, устаткування ділянок різного призначення

Вирішення екологічних проблем охоплює всі ієрархічні рівні системи державного планування (рис. 9).

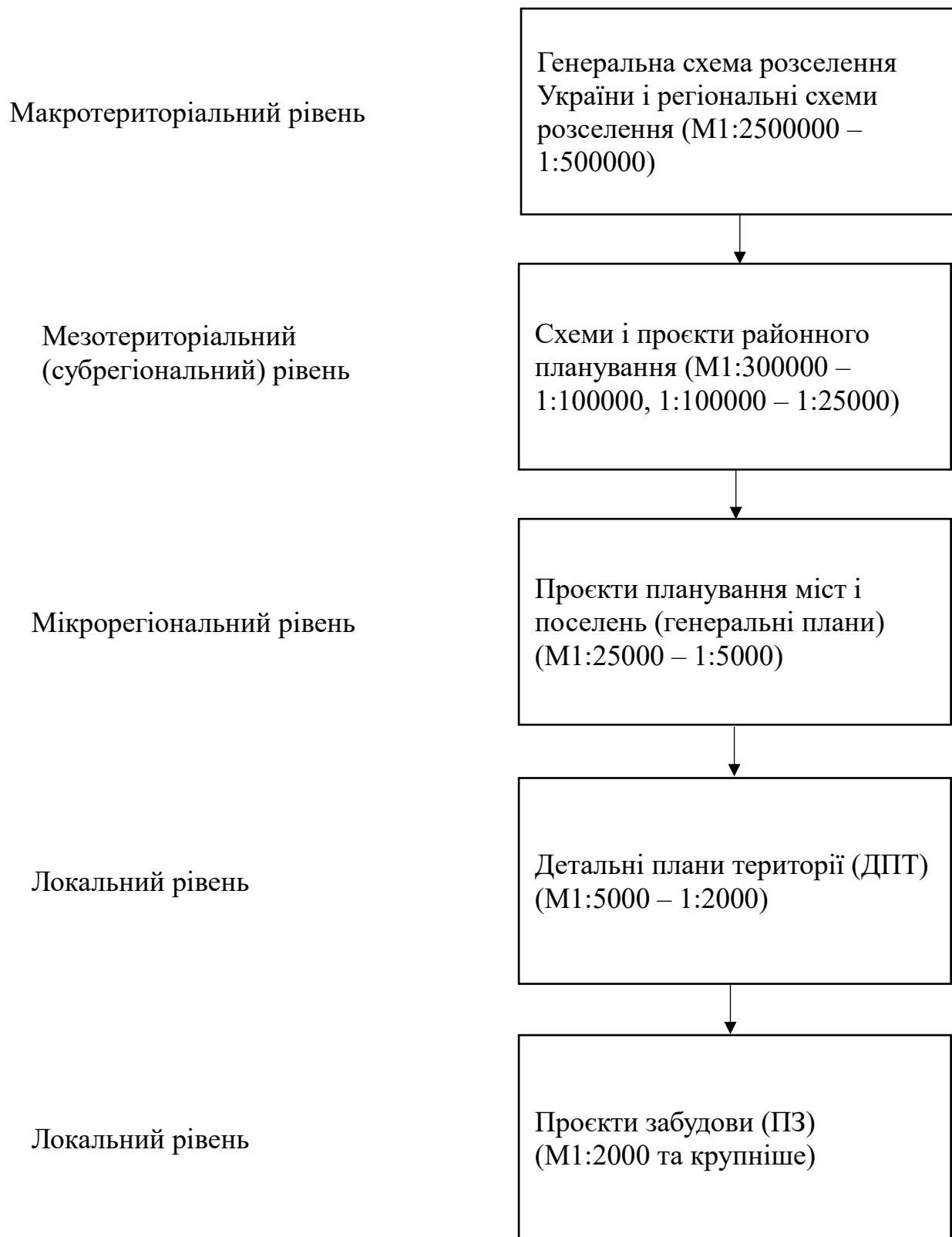


Рис.9. Схема системи державного планування

З аналізу екологічних програм видно, що на певних територіальних рівнях розглядають фактори відповідного масштабу та з різним ступенем деталізації. Так, на макро- та мезорівні оцінюють чинники глобального масштабу узагальнено: клімат; природні умови території; наявність корисних копалин; порушення земель; стан геологічного середовища; наявність ділянок з несприятливими природними процесами; території, що підлягають охороні; стан повітряного басейну; поверхневі та підземні води, ґрунтово-рослинний покрив; тваринний світ; санітарно-епідеміологічні умови тощо. На мікротериторіальному та локальному рівнях виконують конкретизацію рішень містобудівних документів вищого рівня та враховують місцеві особливості (наприклад, специфіка міста, наявність золо-, шлаковідвалів, териконів, зон санітарної охорони; природних і ландшафтних комплексів; пам'яток історії, культури, монументального мистецтва). На таких рівнях є можливість детально оцінити поширення по території локальних чинників – забруднення повітряного басейну в приземного шарі атмосфери, шуму, вібрацій, електромагнітного випромінювання; несприятливих природних процесів – зсувів, затоплюваності території тощо. Тут виконують мікрокліматичну оцінку території в умовах забудови – інсоляційний, аераційний, тепловий режими, теплотехнічні властивості покриттів. На підставі такої докладної оцінки потрібно розробляти чіткі рекомендації щодо зменшення негативного впливу антропогенних чинників на довкілля (зокрема, техніко-технологічні заходи на підприємствах, інженерно-технологічні заходи на території), щодо інженерного обладнання та благоустрою окремих територій аж до породного складу зелених насаджень та розміщення малих архітектурних форм, устаткування, ділянок різного призначення.

Отже, кожна з екологічних програм у складі містобудівних документів на певних територіальних рівнях має свої можливості щодо оцінки стану навколишнього середовища та розробки заходів для послаблення негативного впливу антропогенних чинників. Але в усіх їх є єдина стратегічна мета – забезпечення найсприятливіших умов життя, праці та відпочинку населення за одночасного збереження й відновлення природно-ресурсного потенціалу територій. Жоден проєкт будь-якого об'єкту – величезного чи малого, локального, як от, наприклад, транспортного вузла не може обійтися без розділу ОВНС в складі проєктної документації, без врахування екологічних вимог на всіх етапах і стадіях проєктування, прогнозування наслідків появи цього об'єкта в довкіллі.

Контрольні запитання

1. Що розуміється під екологічною рівновагою?
2. Які екологічні проблеми вирішуються на різних рівнях державного планування?
3. Який склад екологічних програм у різних видах містобудівних документів?

7. Екологічне нормування антропогенних навантажень

Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначено, що «в процесі містобудівної діяльності, розміщенні, проєктуванні, будівництві, реконструкції різних об'єктів необхідно екологічно забезпечити безпеку населення та раціональне використання природних ресурсів з урахуванням екологічної ємкості даної території» (стаття 51).

Формою нормування антропогенних впливів на навколишнє середовище є *екологічне нормування*, яке являє собою комплекс заходів для встановлення лімітів, у межах яких допускається зміна природного середовища. Екологічне нормування проводиться щодо всіх небезпечних речовин. *Небезпечними* називають речовини, що надходять до навколишнього середовища як продукти чи супутні утворення людської діяльності, які представляють пряму чи опосередковану загрозу людині або навколишньому середовищу та знешкодження яких у поточний момент часу може бути здійснене тільки завдяки значним техніко-економічним і організаційним витратам.

Для оцінки рівня забруднення середовища та його якості використовують показник, який називають гранично допустимою концентрацією. *Гранично допустима концентрація (ГДК)* – це максимальна концентрація речовини в навколишньому середовищі, за якої не спостерігається прямого чи опосередкованого шкідливого впливу її на організм людини.

Для зниження шкоди здоров'ю населення ГДК поділяють на максимально разові та середньодобові. *Максимально разові ГДК* – ГДК_{м.р.} застосовують для працюючих у забруднених приміщеннях, а *середньодобові ГДК* (ГДК_{с.д.}) - для зон житлової забудови. Ця різниця пов'язана з тим, що на підприємствах до роботи допускають здорових людей, які пройшли медичний огляд, і більш стійких до дії на організм шкідливих речовин. Таким чином, ГДК_{м.р.} більші за ГДК_{с.д.} На основі ГДК інженерні служби розраховують розміри гранично допустимих викидів (ГДВ) речовин в атмосферу та гранично допустимого скиду (ГДС) шкідливих речовин у водойми. Під час оцінювання забруднення води промисловими й іншими

стоками використовують поняття *гранично допустимого навантаження на дане водоймище*.

Разом з ГДК іноді встановлюють норми на гранично допустимі максимальні концентрації (МАК) шкідливих речовин для працюючих з ними. В Європі в системі екологічного нормування прийнята спеціальна одиниця «еквітокс» – одиниця токсичності, що дорівнює дії 120 г біхромату натрію на дафній. Але здебільшого в державах світу використовують два показники: ГДК та *гранично допустиме екологічне навантаження* (ГДЕН) на природні об'єкти.

Концепція ГДК не гарантує захисту людини, тим більше дикорослих рослин і тварин від антропогенного забруднення середовища.

Соціально-організаційні та правові основи охорони природи

Оскільки виробнича діяльність викликає порушення природного середовища, суспільству випадає взяти на себе турботу щодо відновлення його властивостей та охорони від подальшої деградації. Соціально-правові важелі охорони природи досить різноманітні. Вони включають в себе:

- введення екологічних норм і стандартів, що обов'язкові як для підприємств, так і для окремих осіб;
- проведення обов'язкових екологічних експертиз;
- створення юридичних можливостей для кооперування підприємств з метою впровадження екологічних програм на взаємно-договірній основі;
- поширення безвідходних і чистих технологій через систему виставок і ярмарків;
- адміністративні обмеження на види робіт і технологій, що шкодять природному середовищу.

Важливим елементом екологічної безпеки є її правове забезпечення та, зокрема, визначення поняття *екологічного злочину*. У міжнародному праві *під екологічним злочином* розуміють соціально небезпечні дії, спрямовані на знищення життя чи середовища. За такі злочини передбачені жорсткі санкції, іноді навіть до ув'язнення на все життя.

Правовий метод охорони довкілля ґрунтується на здатності права визначати міру можливого (власне право громадянина), міру належного (обов'язки громадянина) та міру відповідальності (відповідальність громадянина) поведінки людей, підприємств або держав. Норми екологічного права є обов'язковими, якщо вони формально встановлені та закріплені законом і підкріплюються методами державного примусу.

У міжнародному екологічному праві чільне місце посідає *принцип запобігання*, згідно з яким основною метою цивільних дій є попередження порушень природного середовища, а не ліквідація наслідків таких порушень. При розгляді навколишнього середовища як різновиду товару постає питання про отримання платних ліцензій на користування цим видом товару.

Економічні критерії в оцінці довкілля

Використання економічних критеріїв під час оцінювання довкілля повинно бути спрямоване на реалізацію головного принципу: не максимізація прибутків підприємців або держави, а досягнення стійкого розвитку шляхом збалансованого природокористування так, щоб розвиток матеріального виробництва в будь-якому регіоні забезпечував стійкість екосистем. Економічне забезпечення збереження здорового природного середовища різноманітне та включає в себе:

- *державне фінансування заходів з охорони природи;*
- *ліцензування;*
- *нормування;*
- *створення екологічних фондів;*
- *систему плати за користування природними ресурсами та додатково за ресурси, що вилучаються;*
- *економічні санкції (платежі та штрафи) за забруднення природного середовища;*
- *економічне стимулювання зниження забруднення, пільгові кредити для реалізації екологічних робіт і впровадження екологічно чистих технологій;*
- *пільгове оподаткування підприємств, що впроваджують безвідходні технології та отримують чисту продукцію, в тому числі також сільськогосподарську продукцію;*
- *право на продаж екологічно чистої продукції за підвищеними цінами.*

На сучасному рівні розвитку суспільства на перший план висувається система екологічних показників. У деяких країнах вона полягає в оплаті збитків, які завдаються природному середовищу даним підприємством, та карного штрафу. Ця система ефективно працює в багатьох країнах світу. З 1991 року в Україні введена плата за забруднення навколишнього середовища.

Тринадцять країн Європи, США та Канади ввели також споживчу плату – це плата за те, що за дорученням державних органів певні підприємства збирають, зберігають та знешкоджують відходи тих виробництв, які не упорядкували власні системи.

Відомо три основних підходи до економічної компенсації екологічних збитків:

- рентний;
- витратний;
- оптимізаційний.

У багатьох країнах світу прийнятий витратний принцип екологічних платежів, згідно з яким розміри плати за забруднення визначаються з

розмірів витрат, що необхідні для уникнення забруднення чи ліквідації його наслідків.

Контрольні запитання

1. В чому полягає екологічне нормування антропогенних навантажень?
2. Як оцінюється рівень та якість забруднення середовища?
3. Якими є соціально-організаційні та правові основи охорони природи?
4. Які економічні критерії застосовуються під час оцінювання довкілля?

8. Альтернативні джерела енергії в місті

Альтернативні джерела енергії – це ті джерела енергії, які є відновлюваними, екологічно чистими і не залежать від викопного палива. Альтернативна енергетика має велике значення для забезпечення сталого розвитку, поліпшення енергетичної безпеки та зменшення викидів тепличних газів. До альтернативних джерел енергії можна віднести такі:

- Сонячна енергія – це енергія сонячного випромінювання, яку можна перетворювати на тепло або електрику за допомогою сонячних колекторів або фотоелектричних елементів. Сонячна енергія має переваги у високому потенціалі, доступності, невичерпності та низькому рівні забруднення (рис.10).



Рис. 10. Сонячні батареї

Сонячна енергія може застосовуватися для опалення, освітлення, гарячого водопостачання, холодильних систем, насосних станцій, телекомунікацій тощо.

- Вітрова енергія – це енергія кінетичного руху повітряних мас, яку можна перетворювати на електрику за допомогою вітрогенераторів. Вітрова енергія має переваги у високому потенціалі, доступності, невичерпності та низькому рівні забруднення. Вітрова енергія може застосовуватися для забезпечення потреб селекційних господарств, промислових підприємств, житлових будинків тощо (рис. 11).



Рис 11. Вітрові турбіни на морі

- Геотермальна енергія – це енергія теплоти Землі, яку можна використовувати для опалення, охолодження або вироблення електрики за допомогою геотермальних насосних систем або геотермальних станцій. Геотермальна енергія має переваги у стабільності, доступності, невичерпності та низькому рівні забруднення. Геотермальна енергія може застосовуватися для опалення та охолодження будинків, басейнів, садиб тощо.

- Біоенергетика – це галузь альтернативної енергетики, яка використовує органічний матеріал (біомасу) для отримання біопалива або біогазу. Біомаса може бути рослинного або тваринного походження, а також відходами сільського господарства, лісового господарства, промисловості тощо. Біоенергетика має переваги у високому потенціалі,

доступності, відновлюваності та низькому рівні забруднення. Біоенергетика може застосовуватися для вироблення електрики, тепла, транспортного палива тощо.

Застосовувати сонячні батареї та вітряки в місті можна таким чином:

- сонячні батареї можуть бути встановлені на дахах будинків, шкіл, шпиталів, магазинів тощо для забезпечення їх потреб у електриці або гарячій воді. Також сонячні батареї можуть бути використані для освітлення вулиць, парків, площ тощо.

- вітряки можуть бути розміщені на околицях міста або на спеціальних платформах у морі для створення великих вітрових ферм, які будуть постачати електрику до мереж міста. Також вітряки можуть бути встановлені на дахах або фасадах будинків для забезпечення їх потреб у електриці.

Прикладом вдалого впровадження екологічно чистих технологій є екологічний район у Швеції – це район, який планується та будується з урахуванням принципів сталого розвитку, енергоефективності, охорони навколишнього середовища та здоров'я людей. Екологічний район може мати різні форми, а саме:

- Екоквартал – це частина міста, яка має власну систему управління ресурсами, використовуючи відновлювані джерела енергії, сортування та переробку відходів, зелене будівництво та озеленення. Прикладом екокварталу є Hammarby Sjöstad у Стокгольмі, який був запроваджений на території колишнього промислового району з метою створення модельного екологічного міста.

- Екомістечко – це невелике поселення, яке має власну соціальну, економічну та екологічну структуру, спрямовану на гармонійне співжиття з природою. Прикладом екомістечка є Hällnäs у Вестерботтене, яке було створене групою екоактивістів з метою показати альтернативний спосіб життя.

- Екосело – це село, яке використовує традиційні методи господарювання та органічне сільське господарство для забезпечення своїх потреб. Прикладом екосела є Tuggarp у Смоланде, яке було відроджене групою екоентузіастів з метою збереження культурної та природної спадщини.

Основними принципами екологічного району у Швеції є такі:

- зменшення споживання ресурсів та викидів шкідливих речовин;
- використання відновлюваних джерел енергії та енергоефективних технологій;
- забезпечення багатофункціональності та доступності простору для рекреації, освіти, культури та соціальної взаємодії;
- збереження біорозмаїття та природних ландшафтів;
- залучення громадськості та зацікавлених сторін до планування та управління районом.

Контрольні запитання

1. Які відомі альтернативні джерела енергії?
2. Як можна застосовувати сонячні батареї та вітряки в місті?
3. Які основні принципи та форми екологічного району?

Список джерел

1. *Кучерявий В.П.* Урбоекологія: падручник / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2002. – 440 с.
2. *Кучерявий В.П.* Фітомеліорація: підручник / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2003. – 540 с.
3. *Планування та забудова територій: ДБН Б 2.2-12:2019.* – [Чинні від 2019-10-01]. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 177 с.
4. *Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Зі зміною №1: ДБН А.2.2-1-2003.* - [Чинні від 2004-04-01]. – Київ : Держбуд України, 2003 – 24 с.
5. *Склад і зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2012.* - [Чинні від 2014-10-01]. – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 40 с.
6. *Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування: ГБН В.2.3-218-007:2012.* - [Чинні від 2012-10-01]. – Київ : Укравтодор, 2012. – 45 с.
7. *Строительная климатология и геофизика: СНиП 2.01.01-82.* [Введены в действие 1984-01-01]. – М. : Стройиздат, 1983. – 136 с.
8. *Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожеж. Будівельна кліматологія: ДСТУ - Н Б В. 1.1-27:2010.* – [Чинний від 2011-11-01]. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011, 123с.
9. *Верещагіна П. М.* Технологія озеленення населених місць : курс лекцій / П. М. Верещагіна, О. А. Коваленко, О. І. Чепак. – Миколаїв : МНАУ, 2015. – 104 с.
10. *Шилова Т.О.* Міська екологія: навч. посібник /Т.О.Шилова. – Київ : КНУБА, 2014. – 200 с.
11. *Шилова Т.О.* Урбоекологія: навч. посібник /Т.О.Шилова. – Київ : КНУБА, 2017. – 260 с.
12. *Шилова Т.О.* Міська екологія: конспект лекцій /Т.О. Шилова. – Київ : КНУБА, 2023. – 148 с.
13. *Шилова Т.О.* Прогнозування екологічних наслідків урбанізації в містобудівній документації //Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Вип. 15(134). - 2022. С. 70-73. – Режим доступу <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2022-15-8462>. – Назва з екрана.
14. *Шилова Т.О.* Урбоекологія: конспект лекцій /Т.О.Шилова. – Київ:КНУБА, 2023. – 172 с. – Режим доступу http://192.168.255.230/books/22_1_23.pdf. – Назва з екрана.

Навчальне видання

**ШИЛОВА ТЕТЯНА ОЛЕКСАНДРІВНА
ТРИГУБ РУСЛАНА МИКОЛАЇВНА**

**МІСТОПЛАНУВАННЯ
ТА ЗМІНИ ДОВКІЛЛЯ**

Конспект лекцій

Комп'ютерне верстання *А.П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 3,49. Обл.-вид. арк. 3,75
Електронний документ. Вид № 76/V-25

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03680

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.