

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

М.В. БИВАЛІНА

**ІНЖЕНЕРНИЙ БЛАГОУСТРІЙ
МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ. МІСТОБУДІВНІ
МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ
МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА**

За загальною редакцією доктора архітектури М.М. Дьоміна

*Рекомендовано науково-методичною радою Київського
національного університету будівництва і архітектури
як навчальний посібник для студентів спеціальності
7,8.06010103 «Міське будівництво та господарство»*

Київ 2014

УДК 711.1

ББК 38.9

Б95

Рецензенти: **Б.В. Солуха**, д-р техн. наук, професор;
М.М. Габрель, д-р архіт., професор;
М.В. Омельяненко, д-р техн. наук, професор

*Рекомендовано на засіданні науково-методичної ради
Київського національного університету будівництва і
архітектури, протокол № 10 від 25 червня 2013 року.*

Биваліна М.В.

- Б95 Інженерний благоустрій міських територій. Містобудівні методи оцінки якості міського середовища: навчальний посібник / М.В. Биваліна. – К.: КНУБА, 2014. – 216 с.

Викладено та проаналізовано містобудівні методи оцінки якості міського середовища в інженерному благоустрої міських територій. Викладено задачі інженерного благоустрою міських територій щодо створення комфортного міського середовища. Розглянуто методику оцінки якості міського середовища за окремими значущими чинниками, наведено містобудівні заходи щодо покращення якості міського середовища.

Призначено для студентів спеціальності 7.8.06010103 «Міське будівництво та господарство».

УДК 711.1

ББК 38.9

© М.В. Биваліна, 2014

© КНУБА, 2014

Зміст

ВСТУП	6
Профілююче значення курсу, його склад і зміст, зв'язок з іншими дисциплінами	6
Мета й завдання інженерного благоустрою міських територій	7
Основні тенденції містобудування в області інженерного благоустрою міських територій	8
1. НАВКОЛИШНЄ МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ	9
1.1. Сучасний стан навколишнього міського середовища	9
1.2. Основні фактори, що визначають стан навколишнього міського середовища	11
1.3. Основні причини погіршення стану навколишнього міського середовища	12
1.4. Містобудівні заходи щодо охорони навколишнього середовища	16
2. АКУСТИЧНИЙ БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ..	
2.1. Карты шуму як основа для проектування інженерного благоустрою	18
<i>Природа звуку, його властивості. Визначення поняття шуму</i>	18
<i>Нормування рівнів шуму для різних функціональних зон міста</i>	23
<i>Методика вимірювання шуму</i>	28
<i>Карта шуму міської території</i>	30
<i>Побудова карти шуму й оцінка акустичного режиму мікрорайону</i>	39
2.2. Шумозахисні заходи, їх ефективність	48
<i>Рациональне планування й організація вулично-дорожньої мережі</i>	49
<i>Шумозахисні зелені насадження</i>	54
<i>Архітектурно-планувальні рішення й забудова</i>	62
<i>Споруди-екрани</i>	77

3. БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА УМОВ ЧИСТОГО ПОВІТРЯ	87
3.1. Карти забруднення як основи проектування інженерного благоустрою	87
<i>Шкідливі викиди транспортних потоків</i>	87
<i>Нормативи безпеки повітря. Гігієнічні нормативи повітря</i>	90
<i>Оцінка забруднення повітряного басейну</i>	96
<i>Ситуаційна карта-схема</i>	106
<i>Карта оцінки забруднення повітря житлової території</i>	107
3.2. Заходи щодо захисту повітря від забруднення	118
<i>Газозахисні екрануючі споруди</i>	120
<i>Застосування газозахисних зелених насаджень</i>	124
4. БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА УМОВ АЕРАЦІЇ	131
4.1. Карти аерації як основа проектування інженерного благоустрою	131
<i>Аераційний режим території. Загальні поняття</i>	131
<i>Оцінка вітрового режиму території міста</i>	132
<i>Оцінка аераційного режиму житлової забудови</i>	134
<i>Провітрювання території житлової забудови</i>	138
4.2. Заходи щодо покращення режиму аерації	142
<i>Вітрозахисні екрани</i>	143
<i>Архітектурно-планувальна організація забудови</i>	150
<i>Регулювання вітрового режиму зеленими насадженнями</i>	153
5. БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА УМОВ ІНСОЛЯЦІЇ	155
5.1. Карти інсоляції як основа проектування інженерного благоустрою	155
<i>Інсоляція – основні поняття. Забезпечення інсоляції будинків і території</i>	155

<i>Нормування інсоляції для будинків і території</i>	157
<i>Значення інсоляційного режиму міської території</i>	
<i>для інженерного благоустрою</i>	160
<i>Карта інсоляції міської території</i>	161
<i>Приклад розрахунку для фрагмента</i>	
<i>житлової території</i>	166
5.2. <i>Заходи щодо покращення умов інсоляції</i>	172
<i>Архітектурно-планувальне рішення забудови</i>	172
<i>Зелені насадження як регулятор</i>	
<i>інсоляційного режиму</i>	175
<i>Умови реконструкції</i>	179
6. БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ	
ЗА УМОВ МІКРОКЛІМАТУ	182
6.1. <i>Карти мікроклімату як основа проектування</i>	
<i>інженерного благоустрою</i>	182
<i>Мікроклімат міських територій. Поняття</i>	
<i>про мікроклімат території</i>	182
<i>Фактори, що визначають мікроклімат, і їхній вплив</i>	
<i>на навколошнє середовище міста</i>	183
<i>Оцінка клімату й мікроклімату</i>	184
<i>Оцінка провідних факторів мікроклімату в умовах</i>	
<i>міської забудови</i>	190
<i>Визначення показника комфортності</i>	
<i>міського середовища</i>	193
6.2. <i>Заходь щодо покращення умов мікроклімату</i>	198
<i>Архітектурно-планувальні рішення</i>	
<i>житлової забудови</i>	198
<i>Озеленення для регулювання мікроклімату</i>	200
7. КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ	
НАВКОЛИШНЬОГО МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА	203
7.1. <i>Системний аналіз якості міського середовища</i>	203
7.2. <i>Методи комплексної оцінки</i>	209
Список літератури	211

ВСТУП

Профілююче значення курсу, його склад і зміст, зв'язок з іншими дисциплінами

Ідеологія стійкого розвитку міст, сформована на Конференції ООН по населених пунктах (Хабітат II) у Стамбульській декларації по населених пунктах (Стамбул, Турція, 1996), сенс якої у тому, щоб сучасне покоління мешканців міста залишило його наступним поколінням не у поганому, а навпаки – у покращеному стані, багато в чому визначає головні напрями і завдання містобудівної діяльності.

У процесі створення і утримання міського середовища, особливо великих міст, вирішальну роль відіграють заходи, спрямовані на інженерний благоустрій, інженерне обладнання, інженерну підготовку та озеленення територій.

Дисципліна «Інженерний благоустрій міських територій» охоплює широке коло питань проектування й будівництва всіх основних елементів благоустрою міста і тому є профілюючою для спеціальності 7.8.06010103 «Міське будівництво та господарство».

Фахівець, який працює у сфері благоустрою міських територій, повинен уміти вирішувати питання благоустрою різних функціональних зон населених місць.

До основних об'єктів благоустрою території населених місць належать: території житлових мікрорайонів, змішаної забудови, садово-паркові території, території промислових, транспортних та інших підприємств, заміських зон відпочинку, комунально-складські території і розсадники.

У процесі вирішення їхнього інженерного благоустрою в обов'язковому порядку вирішуються такі питання («Про регулювання містобудівної діяльності» №3038 від 17.02.2011):

- вертикальне планування території;
- будівництво доріжок і майданчиків;
- спорудження відкритих і закритих водовідвідних пристройів;

- озеленення території;
- розміщення архітектурних форм і устаткування;
- освітлення й захист території від шуму;
- створення комфортних мікрокліматичних умов тощо.

Зазначені питання тісно пов'язані між собою, оскільки інженерний благоустрій завжди вирішується комплексно.

В інженерному благоустрої міських територій можна виділити такі елементи: проїзди, доріжки, тротуари й алеї; дитячі майданчики; майданчики відпочинку дорослих; спортивні майданчики; господарські майданчики; водні пристрої; усі види зелених насаджень; підпірні стінки; сходи; поливальний водопровід та інші підземні мережі; зовнішнє й декоративне освітлення; санітарне очищення й сніговидалення.

Крім того, у дисципліні «Інженерний благоустрій міських територій» розглядаються питання комфортності міського середовища, боротьби із шумом, інсоляції міської території, охорони й поліпшення міського середовища.

Зважаючи на те, що інженерний благоустрій – це завершальний етап у будівництві міста або його окремих об'єктів, від містобудівника потрібне знання не тільки містобудівної теорії й практики, але й знання всіх інженерних вимог до конструкцій, матеріалів, що застосовуються у будівництві, правил інженерної підготовки території й багатьох інших питань. Тому вивченю курсу «Інженерний благоустрій міських територій» передує вивчення таких дисциплін, як «Планування міст і основи районного планування», «Інженерна підготовка міських територій», «Основи проектування міських вулиць, доріг і транспорту», «Архітектурні будівельні конструкції», «Будівельні матеріали», «Геодезія» та ін.

Мета та завдання інженерного благоустрою міських територій

Основні завдання інженерного благоустрою міських територій – це підвищення рівня умов життя населення й

збереження природи на міських територіях. У нашій країні у великих масштабах здійснюються будівництво нових районів і реконструкція старих районів міст. У великому обсязі містобудівних робіт значне місце займають роботи з інженерного благоустрою. Вже в процесі розроблення генерального плану міста, проектування приміської зони або житлових районів, мікрорайонів, загальноміських і районних центрів, установ культурно-побутового обслуговування, а також промислових і комунально-складських територій повинні бути всеобічно враховані вимоги у сфері інженерного благоустрою. Під час розроблення робочих креслень не слід забувати, що сприйняття навіть унікальних архітектурних споруд багато в чому залежить від рівня благоустрою навколоїшніх територій і відповідності елементів інженерного благоустрою сучасним архітектурно-художнім вимогам. Крім того, всі питання інженерного благоустрою повинні бути пов'язаними з необхідністю збереження й поліпшення навколоїшнього середовища.

У нашій країні й за кордоном накопичений великий досвід з інженерного благоустрою міських територій, тому під час проектування й будівництва необхідно використовувати увесь передовий досвід. У зв'язку із цим особливої уваги заслуговують питання підвищення якості проектних і будівельних робіт.

Основні тенденції містобудування у сфері інженерного благоустрою міських територій

Інженерний благоустрій має велике значення для нормального функціонування міста. Він є комплексом різноманітних заходів, покликаних створити сприятливі умови для життя й діяльності міського населення, нормальної і безперебійної роботи промислових підприємств, комунально-складських районів, міського транспорту тощо.

Містобудівні дослідницькі організації розробили низку нормативно-інструктивних матеріалів, які полегшують практичне вирішення питань інженерного благоустрою у відповідній

містобудівній ситуації за конкретних природно-кліматичних умов, оскільки комплекс інженерного благоустрою охоплює приблизно три чверті міської території.

Варто підкреслити необхідність диференційованого підходу у вирішенні питань інженерного благоустрою залежно від масштабів міста, характеру сформованої забудови, природних факторів і перспектив розвитку міста, намічених генеральним планом.

1. НАВКОЛИШНЄ МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ

1.1. Сучасний стан навколошнього міського середовища

Охорона навколошнього середовища нині – одне з найбільш важливих завдань у світовому масштабі.

Сучасна наука, що ґрунтуються на результатах великих відкриттів у біології, фізиці, хімії й інших науках, набагато розширює можливості інтенсивного використання природних ресурсів, необхідних для подальшого розвитку продуктивних сил, задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства.

Економічна і соціальна діяльність, сучасні технології нерідко ускладнюють взаємини людини з навколошнім природним середовищем, вносять помітні й непередбачені зміни в екологічні системи, у регуляцію біосфери в цілому. Нерідко вони пов'язані із забрудненням повітряного басейну, морських акваторій і прісноводних водоймищ, порушенням ґрутового покриву й неповторних ландшафтів, водних і лісових ресурсів, зменшенням чисельності тварин і рослин. Прикладів цьому можна привести чимало. Це хижакське знищення лісів, забруднення річок відходами хімічного виробництва, промислове вторгнення у річкові акваторії, низка інших техногенних впливів на природне середовище.

Забруднення навколошнього середовища поступово набуває все більш гострого і тривожного характеру. Проблема охорони навколошнього середовища особливо актуальна у зв'язку з бурхливим ростом міського населення.

У містах сконцентрована більша частина промислових підприємств, енергетичних потужностей і автотранспорту, що вирішально впливає на стан навколошнього середовища.

Визначаючи сучасний стан навколошнього середовища, необхідно відзначити такі положення:

- багато природних ресурсів не відновляються, а їхнє споживання досягло астрономічних цифр;
- сучасний рівень споживання відновлюваних природних ресурсів (рослинність, тваринний світ, ґрунт, кисень, вода) призвів до такої ситуації, що вони починають втрачати свої компенсаційні можливості природного самовідтворення в необхідних масштабах;
- зростаюча кількість відходів промисловості різко підсилила процеси антропогенного забруднення води, повітря й ґрунту токсичними відходами;
- незнання основ екології, а іноді й хижацьке винищування, привели до зникнення 106 видів тварин і 136 видів птахів. На межі зникнення виявилися ще 500 видів представників тваринного світу;
- процеси урбанізації обумовлюють зменшення орних земель, придатних для сільського господарства;
- науково необґрунтоване зрошуване землеробство спричиняє засолення ґрунтів і утворення заболочених територій;
- інтенсивне використання пасовищ і вирубка лісів обумовлюють появу різкої ерозії ґрунтів, у результаті чого відбувається так зване спустелювання. На планеті щорічно перетворюється в пустелю 1,5 млн га, тобто за хвилину людство втрачає 44 га придатних земель.

Існує ще багато різних факторів, що визначають стан навколошнього середовища, які більш докладно розглядаються у курсі «Охорона навколошнього середовища».

1.2. Основні фактори, що обумовлюють стан навколишнього міського середовища

Всі фактори, що впливають на стан навколишнього середовища, поділяються на дві групи – природні й антропогенні. Природні фактори в основному не під владні людині й впливають на навколишнє середовище незалежно від неї. Людство намагається змінювати деякі з них (створення водоймищ, осушення боліт тощо), але ігнорування законів екології найчастіше призводить до несприятливих результатів.

Антропогенні фактори цілком під владні людині й залежать від неї. У містобудуванні існує багато теорій і рекомендацій, будівельних норм і правил, які передбачають основні положення містобудівного характеру, але це не виключає необхідність дбайливого відношення до природи, до зміни екологічного стану на даній території як наслідку містобудівної діяльності. Значення й ступінь впливу на навколишнє середовище природних і антропогенних факторів наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Вплив природних і антропогенних факторів на навколишнє середовище міста

Фактор	Значення й вплив на навколишнє середовище
Клімат	визначає ступінь комфорtnості погодних умов і окремих провідних факторів клімату (тепловий комфорт, вітер, опади й ін.)
Мікроклімат	обумовлює ступінь мікрокліматичних умов (норми інсоляції, припустимі швидкості вітру й ін.)
Рельєф	ухили забезпечують різний ступінь інсоляції, стоку й нагромадження вологи, розмір ґрунтової ерозії
Водойми	накопичуючи й випаровуючи вологу, сприяють передачі теплової енергії; впливають на температуру й вологість повітря й інтенсивність радіації. Забезпечують життєдіяльність окремих екосистем, сприяють нагромадженню вологи й підживлення річок у між сезоння

Закінчення табл. 1.1

Фактор	Значення й вплив на навколишнє середовище
Рослинність	сприяє нагромадженню необхідної для життєдіяльності біомаси, впливає на зменшення ступеня забруднення атмосфери, величини радіації, температури й вологості повітря, швидкості вітру
Щільність забудови	визначає раціональність використання міської території. Впливає на мікрокліматичні показники, наявність рослинного покриву, вітровий режим території
Система транспорту	визначає шумовий режим у місті, його спектральний склад, ступінь акустичного дискомфорту, ступінь загазованості атмосфери, зараження ґрунту та рослин токсичними, отруйними речовинами
Характер промисловості	залежно від класу шкідливості впливає на забруднення атмосфери отруйними газами, визначає кількість пилу в повітрі й на поверхні ґрунту
Рівень благоустрою	впливає на мікроклімат міської території, комфортність умов праці, побуту й відпочинку населення міста

1.3. Основні причини погіршення стану навколишнього міського середовища

Поняття «навколишнє середовище» має суто містобудівний ухил і застосовано тільки до територій, найбільш інтенсивно перетворених людською діяльністю. Видатний натураліст академік В.І. Вернадський вклав новий зміст у уявлення про біосферу («сферу життя»). Сутність його вчення полягає в тому, що вища форма розвитку матерії на Землі – життя – зумовлює інші планетарні процеси.

В.І. Вернадський під біосферою розуміє навколишній простір Землі, у якому жива речовина діє як геологічна сила, що формує

образ Землі. Цим і визначаються межі біосфери. Вони охоплюють всю гідросферу, тобто водну оболонку до глибини 12 км і нижній шар атмосфери висотою до 15 км. Нижня межа біосфери проходить, як вважають, на глибині до 5 км.

Тому, розглядаючи причини погіршення навколошнього середовища, треба пам'ятати про глибокий взаємозв'язок і взаємодію всього живого світу з неорганічними умовами середовища.

До найбільш активних факторів, що впливають на стан навколошнього середовища, належать забруднення атмосфери, внутрішніх водойм і морів, ґрунти й стан рослинного покриву Землі. Діяльність людини систематично порушує склад атмосферного повітря. Інтенсивно поглинається кисень, виділяється величезна кількість вуглекислого газу. За XIX ст. вміст CO_2 в атмосфері зрос на 15% і продовжує зростати на 0,4% щорічно. Збільшення вуглекислого газу в атмосфері викликано спалюванням великої кількості палива, розвитком автомобільного транспорту, інтенсивним знищеннем лісів, а також забрудненням поверхні світового океану.

Багато вчених вважають, що величина й сила антропогенного впливу на клімат, насамперед, залежать від виділення вуглекислоти, перетворення планетарного круговороту цього газу – до підвищення його рівня в атмосфері, що викликає так званий «парниковий ефект» для теплового випромінювання Землі і як наслідок – підвищення температури, що порушує енергетичний баланс атмосфери.

Крім того, під час спалювання кам'яного вугілля, нафти і мазуту, виробництва металів із сірчаних руд у атмосферу викидається велика кількість сірчаного газу.

Викиди сірки в атмосферу швидко зростають, а саме окиси сірки на 70 – 80% обумовлюють кислотність дощів.

Крім вуглекислого газу й сірки в атмосферу від двигунів автомобілів, ТЕЦ, промислових підприємств і від добрива сільськогосподарських угідь надходить велика кількість азоту, що також закиснює середовище. Ще більш згубні наслідки

забруднення атмосфери від роботи ТЕЦ і промислових підприємств з трубами заввишки 300...400 м, що хоч дозволяють знизити забруднення приземного шару повітря навколо підприємства, але не зменшують кількості викидів, розсіюючи їх на величезних територіях.

Істотне значення має запиленість атмосфери, особливо в енергетичному балансі біосфери, тому що пил розсіює й поглинає сонячну радіацію. Пил, контактуючи з отруйними речовинами, конденсує їх на себе й стає отрутым. Тому повітря, що містить в 1 м³ навіть кілька грамів пилу, шкідливе для людини.

У Законі України «Про охорону атмосферного повітря» передбачається всеосяжний, постійно діючий контроль чистоти повітряного басейну.

Вода – воїстину дарунок природи людині. Вона має чудові властивості, одна з них – здатність самоочищатися. Ця властивість води, зрозуміло, є неоціненою, але усьому є межа. Зростає населення Землі, удосконалюється виробництво, розвиваються різні галузі промисловості, діяльність яких вимагає величезних витрат води.

Зараз учені серйозно зайняті проблемою очищення води від забруднення. Одні з них шукають речовини, здатні розкладатися при взаємодії з іншими речовинами, інші – удосконалюють очисні споруди. Але всім необхідно знати межі, до яких вода ще може забезпечити своє очищення самостійно.

Темпи глобального водоспоживання продовжують стрімко зростати. У результаті річки, озера, водоймища й ставки систематично забруднюються стоками промислових підприємств і побутових вод. Крім того, до водойм забруднення надходять з атмосферними опадами. Значна кількість забруднень робить воду непридатною для пиття й навіть для купання.

Забруднення водойм приносить шкоду здоров'ю людей і завдає шкоди сільському господарству. До тяжких наслідків веде забруднення ґрунтових вод, особливо там, де для водопостачання використовують колодязі та артезіанські свердловини.

Великий збиток природі наносять закиснення поверхневих вод, що викликає вимирання мікроорганізмів, риб, розвиток анаеробних процесів з виділенням метану й сірководню. Навіть дощова вода, яка усього кілька десятків років потому вважалася еталоном чистоти, тепер містить кислоти в десятки, тисячі разів більше від норми.

Від забруднення вод важкими металами страждають і гинуть риби, молюски й земноводні.

Головними водоохоронними заходами в промисловості є:

- зниження водоємкості виробництва;
- локальне очищення промислових стічних вод, тобто очищення таких стічних вод, які містять один або групу однорідних елементів;
- зміна технології виробництва, що дозволяє одержати стічні води, які легко піддаються очищенню;
- застосування замкнутого циклу водопостачання, за якого на підживлення із джерела береться 2...3% води від загального водоспоживання.

Грунт – один із найважливіших елементів біосфери, що є продуктом взаємодії ґрунту, клімату, рослинних і тваринних організмів. Без ґрунту життя неможливе так само, як без води й повітря.

Правильність розвитку й відтворення рослин значною мірою визначається станом ґрунту, а урбанізація веде до її непомірного забруднення. До ґрунту потрапляють відходи людської діяльності. У результаті в ньому із загрозливою швидкістю накопичуються залізо, марганець, сірчана кислота. Із застосовуваних ядохімікатів у ґрунт потрапляють ртуть, свинець, цинк, кадмій та інші токсичні й канцерогенні речовини. Деякі з них майже не розкладаються, а із ґрунту переходят у тканини рослин, а потім – до організму людини й тварин. Більший вміст металів у ґрунті сповільнює і навіть іноді повністю придушує ріст рослин.

Крім того, великі території придатних у сільському господарстві земель ідуть під забудову, сміттєзвалища, полігони

промислових відходів, розробок корисних копалин тощо. Багато мільйонів гектарів ґрутового покриву піддаються ерозії й спустелюванню. Спостерігається також втрата гумусу.

Для охорони й відновлення ґрунтів у нашій країні розроблені спеціальні агротехнічні прийоми, висаджуються вітrozахисні смуги, проводять яроукріплюючі заходи, розробляються сільськогосподарські знаряддя, що мінімально ущільнюють ґрунт, вживаються заходи щодо зменшення викиду пилу й розроблення хімічно нешкідливих добрив і гербіцидів.

Рослинність, у тому числі й у лісах, теж страждає від хімічного зараження атмосфери й ґрунту. Крім того, великі території лісів знищуються пожежами й шкідниками. Проблематичним є те, що ліси поступово втрачають свою цінність у породному складі, а багато дикорослих рослин взагалі зникають з обличчя Землі.

1.4. Містобудівні заходи щодо охорони навколишнього середовища

У проблемі охорони навколишнього середовища помітне місце посідають питання містобудування, від вирішення яких багато в чому залежить створення сприятливих умов проживання в місті.

Економічні аспекти містобудування, у тому числі питання розселення й розміщення продуктивних сил, рішення планувальної структури, системи транспорту, культурно-побутового обслуговування, озеленення та інші, вирішуються за урахування природно-кліматичних особливостей регіону, міста, окремої конкретної території, глибокого вивчення даних і прогнозування наслідків використання територій, відновлених до визначеної народногосподарської мети.

Досліджуючи проблеми навколишнього середовища, необхідно робити облік джерел забруднення в місті; аналіз природних умов, що сприяють нагромадженню й розсіюванню забруднень; розроблення математичних моделей процесів

забруднення, які можуть бути використані під час аналізу сформованої ситуації та для прийняття містобудівних рішень; районування території за ступенем забруднення середовища; розроблення планувальних і технологічних заходів щодо охорони середовища (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

**Вплив урбанізації на навколошнє середовище й на клімат
(за Г.Е. Ландсбергом)**

Характеристика	У місті в порівнянні з умовами в сільській місцевості
Забруднюючі речовини: ядра конденсації; частки; газоподібні домішки	у 10 разів більше; у 10 разів більше; у 5 - 25 разів більше
Радіація: сумарна на горизонтальній поверхні; ультрафіолетова взимку; ультрафіолетова влітку; тривалість сонячного сяйва	на 0...20% менше; на 5% менше; на 5% менше; на 5...15% менше
Хмарність: хмари; туман узимку; туман улітку	на 5 – 10% більше; удвічі більше; на 30% більше;
Опади: кількість; число днів з опадами близько 5 мм; снігопаду в центрі міста; снігопади на підвітряному краю міста; грози	на 5...15% більше; на 10% більше; на 5...10% більше; на 10% більше; на 10...15% більше
Температура: середнє річне значення ; мінімальне значення взимку; максимальне значення влітку	на 0,5...3 °C вище; на 1...2 °C вище; на 1...3 °C вище
Відносна вологість: середнє річне значення; взимку; влітку	на 6% менше; на 2% менше; на 8% менше

Закінчення табл. 1.2

Характеристика	У місті в порівнянні з умовами в сільській місцевості
Швидкість вітру: середнє річне значення; максимальна швидкість при поривах; число безвітряних днів	на 20...30% менше; на 10...20% менше; на 5...20% більше

Варто мати на увазі, що містобудівні заходи щодо охорони навколошнього середовища не можуть повністю виключити небажані зміни, зумовлені урбанізацією, а мають на меті пом'якшити їх, максимально скоротити число негативних антропогенних впливів у локальних міських умовах.

2. АКУСТИЧНИЙ БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

2.1. Карти шуму як основа для проектування інженерного благоустрою

Природа звуку, його властивості. Визначення поняття «шум»

Під звуком розуміють механічні хвилеподібні коливальні рухи, що поширяються в газоподібному, рідкому й твердому середовищах. Більшість звуків у повітрі виникає в результаті коливання твердих тіл. Такі коливання утворюють періодично надлишковий тиск й виникаюче за ним розрідження, тобто звукову хвиллю. На рис. 2.1 показано схему поширення поздовжніх хвиль у середовищі. Чим інтенсивніше звуковий імпульс, тим більшої величини досягає амплітуда коливання A і тим більше голосно сприймається звук.

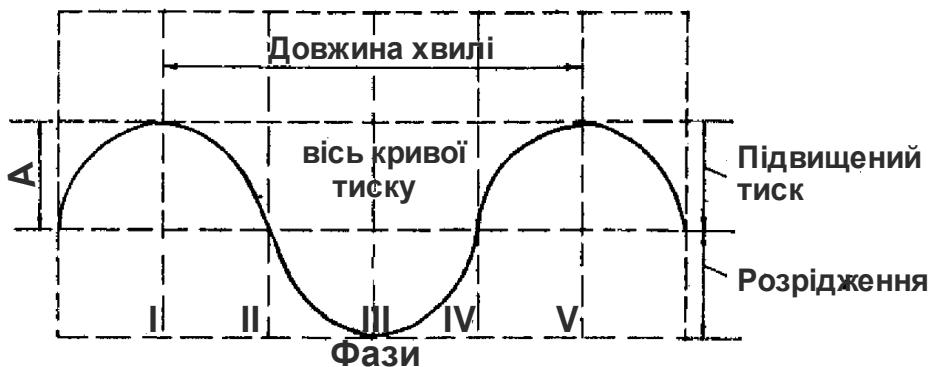


Рис. 2.1. Схема поширення поздовжніх хвиль у середовищі

Стандарт визначає поняття «звук» – механічні коливання¹ і хвилі в пружному середовищі в діапазоні частот 16...20 000 Гц, який сприймається людиною. Коливання з частотою нижче 16 Гц називають інфразвуковими, а з частотою понад 20 000 Гц – ультразвуковими². Шумами прийнято називати звуки, які сприймаються дискомфортно.

Швидкість поширення звукових хвиль залежить від пружних властивостей матеріального середовища, у якому вони поширяються. У повітрі швидкість поширення звуку за температури 20 °C дорівнює 344 м/с. При підвищенні температури повітря на 1 °C швидкість звуку збільшується приблизно на 0,61 м/с, а за температури повітря 0 °C вона становить 333 м/с, для нормальних температурних умов швидкість звуку в повітрі приймається 340 м/с.

У денний час температура знижується з висотою, тому відбувається рефракція звукового променя нагору, і навпаки, уночі за тихої погоди звукові промені наближаються до землі. Тому нічний шумовий вплив значно сильніший денного.

¹ Механічні коливання повітря проходять через слуховий прохід до барабанної перетинки. Через пов'язану з нею систему слухових кісточок (молоточок, ковадло, стремено) й овальне вікно збуджуються коливання рідини kortієва органа, а далі базілярної та текторіальної мембрани з чутливими волоссяними клітинами. Тут механічна енергія звуків перетворюється в нервові імпульси, що надходять по слуховому нерву в скроневі долі мозку й усвідомлюються. Крім того, потужні звуки можуть проходити до kortієвого органа безпосередньо через кістки черепа (кісткова провідність).

² Інфра- та ультразвукові впливи особливих проблем для населення не створюють. Ультразвук розповсюджується на дуже малі відстані й ураховується лише в робочій зоні.

Швидкість поширення звукової хвилі C , її довжина λ та частота коливань f пов'язані між собою співвідношенням:

$$\lambda = \frac{C}{f}. \quad (2.1)$$

Варто враховувати, що найбільш шкідливі для людини високочастотні звуки.

Порівняно зі світлом звук характеризується досить великою довжиною хвилі, що необхідно враховувати при встановленні екранів, тому що здатність звукових хвиль до дифракції¹ залежить від співвідношення між розміром перешкоди й довжиною хвилі. Звукова тінь, що утворюється за екраном (рис. 2.2), буде тим більше, чим менше, порівняно з розміром перешкоди, довжина звукової хвилі.

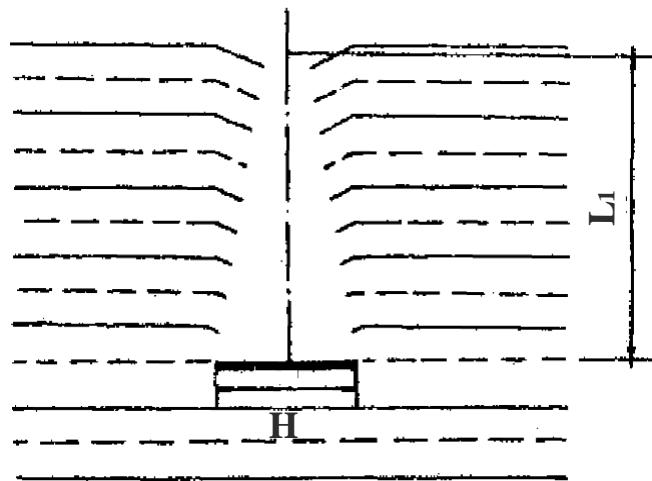


Рис. 2.2. Схема утворення звукової тіні

Звуковою потужністю джерела називається кількість звукової енергії, випромінюваної джерелом звуку в навколишній простір за одиницю часу:

$$W = f_s I_n dS, \quad (2.2)$$

де S – площа середовища, що оточує джерело звуку;

I_n – інтенсивність звуку по нормальні до елемента поверхні.

Рівень звукового тиску L , дБ:

¹ Дифракція – властивість відхилення від прямолінійного поширення при проходженні біля перешкод.

$$L = 20 \cdot \lg \frac{P}{P_0}, \quad (2.3)$$

де P – обмірюваний звуковий тиск;

P_0 – поріг чутливості. На частоті 1000 Гц він дорівнює $2 \cdot 10^5$ Н/м².

Звуковий тиск $P_{3\beta}$ – перевищення тиску повітря над його значенням у незбудженному середовищі. Людина сприймає звук у широкому діапазоні від порогу чутливості $2 \cdot 10^{-5}$ Па до порогу бульового відчуття (сотні Па). Амплітудна характеристика слухової системи – залежність гучності, яку сприймає людина, від тиску – $P_{3\beta}$, яка близька до логарифмічної. Визначений у логарифмічних одиницях рівень звуку наближається до суб'єктивного сприйняття гучності людиною. Тобто приріст рівня звуку, який виражено в децибелах (dB), приблизно відповідає приросту гучності.

Гучність звуку пов'язана логарифмічною залежністю із звуковим тиском.

Енергія звуку й звуковий тиск вимірюються в абсолютних і відносних величинах.

Звукові хвилі своїм тиском на органи слуху викликають звукове відчуття різної гучності.¹

Шумом прийнято називати звуки, що порушують спокій людей, викликають почуття роздратування². Якщо тональність звуку є не менше 10 dB рівень однієї 1/3 октавної смуги над сусідніми, то суб'єктивно цьому відчуваються дискретні (дискомфортні) тони.

Шумовий вплив характеризуються певною імовірністю.

Розрізняють такі шуми: широкосмужний, постійний, непостійний, імпульсний.

Широкосмужний шум – шум з безперервним спектром ширину більше 1-ї октави³.

¹ За одиницю гучності в нормуванні при містобудівних оцінках приймають децибел акустичний – дБА.

² Для вимірювання шуму застосовують спеціальні прилади – шумоміри. Застосовуються різноманітні схеми таких приладів (детальний опис та особливості застосування наведені у розд. 2.3).

³ Октава – одиниця частотного інтервалу, що дорівнює інтервалу між двома частотами (f_1 та f_2), логарифм відношення яких $\log(f_2/f_1)=1$, що відповідає $f_2/f_1=2$.

Постійний шум – шум, рівень звуку якого змінюється в часі не більше ніж на 5 дБА (при вимірі з характеристикою «повільно» шумоміра)¹.

Непостійний шум – більше 5 дБА.

Імпульсний шум – непостійний шум, що складається з одного чи більше звукових сигналів тривалістю менше 1 с кожний (при цьому рівні звуку за вимірюваннями з характеристикою шумоміра «повільно» і «імпульс» повинні відрізнятися не менше ніж на 7 дБ.)

Остаточні параметри вимірювань шуму – показники шумомірів коригуються щодо особливостей слухового сприйняття людини.

Оскільки низькі та високі частоти сприймаються людиною значно слабше, ніж середні, то застосовується коригування низькочастотної складової характеристики шумомірів так, щоб вимірювання рівнів шуму співпадали з відчуттям людини – шкала А.

Шумова характеристика кількох джерел одночасно в розрахунковій точці визначається як сума вкладів джерел. Для визначення суми вкладів кількох джерел $L_{A.екв}$ шуму за його енергетичної сумації в розрахунковій точці (РТ) використовується формула:

$$L_{A.екв.сум.} = 10 \cdot \lg \sum_i 10^{0,1 L_{A.екв. i}}. \quad (2.4)$$

Максимальний рівень звуку – максимальне значення шумоміра за візуального відліку або значення, що перевищується протягом 1% години під час реєстрації автоматичним шумоміром.

Еквівалентний (за енергією) рівень звуку такого непостійного шуму – рівень постійного широкосмужного шуму, який має той же середньоквадратичний звуковий тиск протягом визначеного інтервалу години Т (с) у дискретному та інтегральному вигляді: еквівалентні шуми викликають подібні функціональні стани центральної нервової та серцево-судинної систем.

¹ Шумоміри мають постійні часи: «повільно» - 1 с (усі види шумів), «швидко» – 0,2 с, «імпульс» – $4 \cdot 10^{-2}$ с і «пік» – $2 \cdot 10^{-5}$ с. При вимірюваннях прямолінійна шкала С є об'єктивною фізичною характеристикою рівня шуму, а шкала О – прийнята в комунальній гігієні для оцінки швидкозмінного перервного шуму.

Розрізняють два види джерел шуму – точковий і лінійний. Точковим джерелом є автомобіль, літак, трансформатор, вентиляційна установка, дитячий ігровий майданчик тощо. Лінійним джерелом шуму можна вважати залізничний потяг, що рухається, транспортний потік автомобільного транспорту з інтенсивністю руху 5 000 – 6 000 одиниць у годину.

Для джерел, що створюють сталій шум протягом більше 30 хв, оцінюється еквівалентний рівень звуку, при меншому часі впливу – максимальний рівень звуку.

Джерела з постійними акустичними характеристиками (промислові та комунальні джерела) характеризуються рівнями звуку й рівнями звукового тиску в октавних смугах частот. Методи оцінки рівня шуму у приміщеннях і акустичні характеристики конструкцій (звукозоляція, звукопоглинання), систем вентиляції, глушителів тощо, а також заходи щодо захисту робочих місць, визначені відповідними вимогами, відображеніми в нормативній літературі.

Нормування рівнів шуму для різних функціональних зон міста

Дослідження вчених дозволяють встановити максимальні рівні звукового тиску, нижче яких шум впливає на організм людини безпечно (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Психофізіологічні та біологічні ефекти при короткочасному впливі шуму рівня $L_{A,екв}$ (дБА) на людину

$L_{A,екв}$	Психофізіологічні та біологічні ефекти
0...40	нормальне акустичне середовище
40...80	шум подразнює та заважає (неспецифічна дія)
80...120	порушення функцій слухової системи
> 120	фізичний біль у вухах і голові, крайня втома й дратівливість
> 125	звук частотою 250...1000 Гц сприймається тілом як вібрація
140...150	вібрації в м'яких тканинах носа і горла, кістках черепа і зубах
150...160	вібрації грудної клітини, м'язів рук і ніг
> 160	можливий розрив барабанних перетинок (акустична травма)

Припустимим може вважатися рівень шуму, що не створює прямого або непрямого шкідливого й неприємного впливу на людину, не знижує його працездатність, не впливає на його самопочуття й настрій.

Визначено застосування наведених гігієнічних норм (табл. 2.2; 2.3; 2.4).

Таблиця 2.2

Гранично допустимі рівні (ГДР) еквівалентного та максимального шуму для територій житлової забудови в денний і нічний час

Призначення територій	ГДР, дБА			
	екв.		мак.	
	денний час	нічний час	денний час	нічний час
Території, що прилягають до житлових будинків, лікувальних і рекреаційних закладів, інтернатів, дитячих, дошкільних і учебових закладів (ДБН Б.2.4-1-94), будинків відпочинку, пансіонатів, бібліотек (ДСП 173-96), сельбищні зони населених місць (ДБН 360-92**)	55	45	70	60
Виправлення + 5 дБА для території житлової забудови, що реконструюється (ДБН 360-92**) та для забудови, що склалася, крім нових будівель у ній	60	50	75 ;	65 ;
Зони, що призначені для забудови, або ті, що будується (ГБН В.2.218-007:2012)	60	50	-	-
Зона I ешелону житлової та громадської забудови (виправлення +10 дБА за ДБН 360-92**; дод. 16 ДСП 173-96) в умовах реконструкції (+5 дБА за СН 3077-84 і ДБН 360-92**)	70	60	85	75
Майданчики відпочинку на території мікрорайонів і груп житлових будинків, лікувальних, рекреаційних, дошкільних і навчальних закладів, інтернатів (ДСП 173-96)	45	-	60	-
Території біля лікарень і санаторіїв (ДСП 173-96)	45	35	60	50
Майданчики відпочинку на території лікарень і санаторіїв (ДБН Б.2.4-1-94; ДСП 173-96)	35	-	50	-
Території, що прилягають до готелів і гуртожитків (ДСП 173-96)	60	50	75	65

Закінчення табл. 2.2

Призначення територій	ГДР, дБА			
	екв.		мак.	
	денний час	нічний час	денний час	нічний час
Територія житлової забудови біля аеродромів (зонована, дод. 18 ДСП 173-96): - проліт над територією - випробування двигунів - ДБН 360-92**	65 60 65	55 50 55	85 85 75	75 75 65

Таблиця 2.3

ГДР шуму для територій різного функціонального призначення

Призначення територій	ГДР, дБА			
	еквівалентний		максимальний	
денний час	нічний час	денний час	нічний час	
Зони масового відпочинку і туризму (ДБН 360-92**)	50	40	85	75
Санаторно-курортна зона(ДБН 360-92 **)	45	35	60	50
Заповідники і заказники (ДБН 360-92**)	30	25	50	45
Промзони (ГБН В.2. 218-007:2012)	65	55		
Промислово-транспортні зони	85	75		
Сільськогосподарські території	50	45		

Таблиця 2.4

ГДР для приміщень

Призначення приміщень	ГДР, дБА			
	екв.		мак.	
	денний час	нічний час	денний час	нічний час
Житлові квартири, рекреаційні заклади, інтернати	40	30	55	45
Навчальні і дитячі заклади, конференц-зали, бібліотеки	40	-	55	-
Адміністративні будинки	50	-	-	-
Лікувальні кабінети	35	-	50	-

Закінчення табл. 2.4

Призначення приміщень	ГДР, дБА			
	екв.		мак.	
	денний час	нічний час	денний час	нічний час
Палати лікарень і санаторійв, операційні	35	25	50	40
Номери готелів, житлові кімнати гуртожитків	45	35	60	50
Зали кафе, ресторанів, їдалень, столових	55	-	70	-
Зали магазинів, вокзалів, аеропортів, побуту	60	-	75	-

Застосовуються окремі коригуючі виправлення:

– для I ешелону забудови введено коригуючі виправлення, за яких ГДР еквівалентного та максимального шуму, що створюється засобами автомобільного, залізничного, авіаційного транспорту в 2 м від огорожувальних конструкцій I ешелону будівель (крім лікарень і санаторійв), повернутих у бік магістральних вулиць загальноміського значення, залізниць та джерел авіаційного шуму, допускається брати на +10 дБА вище [ДБН 360-92**; дод. 16 ДСП 173-96];

– до забудови, що склалася, крім нових будівель у ній, відносяться коригуючі виправлення +5 дБА;

– за ДБН 360-92 – до житлової забудови, що реконструюється; за ГБН В.2.218-007; 2012 – до зон, що призначенні для забудови, або тих, що будуються.

Гранично допустимі рівні (ГДР) еквівалентного та максимального шуму для територій житлової забудови визначаються в денний і нічний час.

ГДР шуму в приміщеннях встановлені за умови забезпечення їх нормативної вентиляції, тобто при відкритих кватирках, фрамугах, стулках вікон. Тому в приміщеннях, що не обладнані приводною вентиляцією, ураховується звукоізоляція вікна з відкритою кватиркою, стулкою або фрамугою (орієнтовно – 10 дБА).

Оцінка відповідності шумового режиму нормативним вимогам для об'єкта, що захищається, проводиться в точках, розташованих на найкоротших відстанях від джерела шуму: для будинків і споруд – в 2 м від зовнішніх стін, що обгороджують, на висоті 1,5 м від підлоги першого й останнього поверху або на рівні середини вікон; для території – не менш ніж в 2 м від стін будинків, що обгороджують, і споруд – на висоті 1,5 м від поверхні землі; для приміщень – у 2 м від вікна на висоті 1,5 м від поверхні підлоги.

Розрахунок виконується за урахування денного й нічного періодів (з 7 до 23 і з 23 до 7 год) і максимальної інтенсивності рівня звуку джерела протягом півгодинного періоду часу (від транспортних комунікацій – за урахування умов руху екіпажів у годину пік). Для оцінки рівня звуку в приміщеннях, не забезпечених приводною вентиляцією, ураховують звукоізоляцію відкритої кватирки, стулки або фрамуги, що звичайно становить 10 дБА.

За натурних чи розрахункових оцінках рівнів шуму розрахункові точки вибираються в приміщеннях, на робочих місцях, на території та інших місцях постійного перебування людей на висоті 1,2...1,5 м від рівня поверхні – підлоги, майданчика, розпланувальної відмітки.

Таблиця 2.5

Кількість відліків при вимірюваннях шуму транспортних потоків

Параметр вимірювань	Одиниці	Кількість відліків		
Інтенсивність руху	од/год.	<500	500...1000	> 1000
Тривалість вимірювань	хв	30	20	10
Кількість відліків	–	900	600	300

У приміщеннях вибирається не менше двох розрахункових точок для джерел з одинаковими октавними рівнями звукового тиску та трьох розрахункових точок, якщо октавні рівні джерел відрізняються більше 10 дБ. Звукові хвилі в повітрі – повздовжні. У приміщеннях поле практично дифузне в силу значної довжини звукових хвиль порівняно з їх розмірами. На робочому місці розрахункові точки вибираються в зонах прямого й відбитого звуку

біля джерел з найбільшими й найменшими рівнями, на території населених місць – на середині вікон 1-го й верхнього поверхів житлових будинків, лікарень і санаторіїв у 2 м від огорожувальних конструкцій; в трьох точках зони злітно-посадкової смуги.

Методика вимірювання шуму

У практиці містобудування часто виникає необхідність вимірювання шуму в місті для зіставлення його із санітарними нормами. Тому з метою виключення різноманітності і неточностей у його визначенні складені методики й рекомендації для проведення такого роду вимірювань.

Існує три методи вимірювання шуму: інспекторський, за якого вимірюється рівень гучності; інженерний – коли вимірюється звуковий тиск у певній смузі частот і враховується акустична обстановка; спеціальний, що визначає звукове поле, тиск у певній смузі частот, акустичну обстановку й може бути зіставлений з дослідженнями в лабораторних умовах.

Залежно від методу вимірювань, способу реєстрації вимірювань і інших вимог прилади для вимірювання шуму мають різноманітну конструкцію¹.

За найбільш складних вимірювань до шумоміра можуть підключатися: дозиметр шуму, статистичний аналізатор розподілу, вимірювальний магнітофон.

Для проведення вимірювань можна використовувати такі вітчизняні й закордонні шумоміри: ШБ-1, ШУМ-1, Ш-71; тип 2203, 2206, 2208 та ін.; тип 00001, 00006, 00014 тощо.

Для виміру еквівалентного рівня звуку застосовують дозиметри шуму: тип 00005, 00026 і 4423, 4424, 4425.

Для визначення еквівалентного рівня звуку, що змінюється в часі (шум транспортного потоку й ін.), застосовують статистичні аналізатори типу 4420.

¹ Блок-схеми шумомірів включають вимірювальний мікрофон, шумомір (вимірювальний підсилювач, спектрометр), стрілочний індикатор та дозиметр шуму; вимірювальний магнітофон або самопис рівня; статистичний аналізатор розподілу.

Для запису сигналів у натурних умовах з метою їхньої наступної обробки в лабораторії використовують вимірювальні магнітофони – тип ИС 1135А, 7003, 7004 і ін.

Вимірювання шуму на міській території проводиться з метою:

- визначення рівнів шуму транспортних потоків і інших джерел шуму;
- побудови карти шуму міста, мікрорайону;
- уточнення закономірностей розподілу шуму за умови міської забудови;
- уточнення ефекту зниження шуму за екранами;
- аналізу шумового режиму в житловій забудові.

Розглянемо правила вимірювання шуму транспортних потоків, що затверджені Міжнародною організацією стандартів:

1. Вимірювання варто робити в години пік на перегонах не більше 100... 150 м від перехрестя і зупинок громадського транспорту.
2. На ділянці вимірювання не повинно бути сторонніх джерел шуму.
3. Швидкість вітру не повинна перевищувати 3 м/с.
4. Тривалість вимірювання встановлюється від інтенсивності руху, машин/година: більше 1000 машин – 10 хв; 500 - 1000 – 20 хв; менше 500 машин – 30 хв.
5. Мікрофон шумоміра встановлюють на висоті 1,2...1,5 м від землі, в 7,5 м. від осі першої смуги руху транспорту й не більше 2 м від будинку, огорожі.
6. Вимірювання проводять за включеної корекції і тимчасової характеристики в положенні «Швидко».
7. Відліки беруть за максимальним показанням індикатора через кожні 1...2 с.
8. Вимірювання здійснюють шумоміром 1-го або 2-го класу відповідно до вимог.

Одночасно з вимірюванням шуму фіксують деякі показники умов руху, що впливають на рівень звуку:

- інтенсивність руху в обох напрямках; швидкість потоку, км/год;
- склад потоку, тобто кількість легкових і вантажних автомобілів автобусів, тролейбусів та інших транспортних одиниць;
- поздовжній і поперечний ухили проїзної частини вулиці; наявність рейкового транспорту.

Всі отримані дані заносять до протоколу вимірювань і спеціальних форм.

Швидкість руху фіксують на ділянці вимірювання довжиною 20 м.

Карта шуму міської території

Згідно з п. 8.39 ДСП 173-96 оцінка акустичного режиму здійснюється на основі розрахункових або інструментальних даних, карт розподілу рівнів звуку в зонах впливу джерел шуму.

Численні джерела міського шуму розкидані по території, у результаті чого в місті завжди відчувається певний акустичний фон, величина якого значно коливається: вона залежить від часу доби, близькості й кількості джерел шуму й інших факторів.

Фоновий рівень шуму на території населеного пункту $L_{A.екв.фон}$ найчастіше становить: сільська місцевість: 35...40 дБА – день, 30...35 дБА – ніч; дачне селище в приміській зоні: 40...45 дБА – день, 35...40 дБА – ніч; міський парк: 40...50 дБА – день, 35...40 дБА – ніч; пляж у приміській зоні: 45...50 дБА – день. У містах із чисельністю жителів до 100 тис. чол. річний приріст рівня фонового шуму становить орієнтовно 0,3 дБА/рік, 0,1...1,0 млн чол. – 0,3...1,0 дБА на рік. У промзоні та на примагістральній території $L_{A.екв.фон}$ практично співпадає – 60...70 дБА день і 55...65 дБА ніч.

$L_{A.max}$ на території автотранспортного підприємства (АТП) може досягати: важких вантажних машин – 84...94 дБА, транспорту при швидкості до 5 км/год – 70...85 дБА, перевантажувальних робіт – 70...90 дБА (табл. 2.6; 2.7).

Таблиця 2.6

Орієнтовні оцінки фонового шуму, дБА

Територія населеного пункту	$L_{A.екв.фон}$, дБА	
	день	ніч
примагістральна зона	62...70	55...60
промисловий район	60...70	55...65
забудова в зоні аеропорту	60...70	50...55
центр міста, міський торговий центр	60...65	52...55
міжмагістральна зона	50...55	45...50
Транспорт (на відстані 7,5 м)	$L_{A.екв.фон}$ у час «пік»	
залізничний вузол	90...98	
залізниця	87...90	
автомагістраль III-IV категорії	85...88	
автомагістраль I-II категорії	86..;87	
швидкісна дорога (6...8 смуг в 2 напрямках)	86...87	
магістраль безперервного руху (6...8 смуг)	84...85	
розв'язка в 2-х рівнях	76...85	
магістраль регульованого руху (4...6 смуг)	81...82	
магістраль районного значення (4...6 смуг)	81...82	
магістраль районного руху (2...4 смуги)	79...81	
дорога в зоні промислових районів (2 смуги)	79...80	
дорога в зоні житлової забудови (2...4 смуги)	73...75	

Розробляючи генеральний план населеного міста, містобудівельник намічає розташування основних його зон та транспортних сполучень між ними, тобто відразу ж виділяє місце розташування основних джерел шуму, для того, щоб максимально використовувати на цій стадії можливі заходи щодо шумозахисту. Для цього необхідна карта основних джерел міського шуму, що звичайно виконується в масштабі генерального плану міста. Така карта стане основою для регулювання шумового режиму на сельбищній території міста, основою для розробки комплексних містобудівних заходів щодо захисту житлової забудови від шуму.

Таблиця 2.7

**Параметри джерел (дБА) у межах мікрорайону
й житлового району**

Елементи міської інфраструктури	$L_{A.екв}$	$L_{A.макс}$
<i>Майданчики для господарських цілей</i>		
Для сміттеубірників	83	91
Для чищення речей	80	89
<i>Перевантажувальні майданчики в магазинах</i>		
Продтовари (овочі-фрукти, води, м'ясо, молоко)	60...72	74...89
Промтовари (меблі, перевантажування товарів)	60...70	71...76
<i>Майданчики для ігор і відпочинку, спортивні</i>		
Для футболу, волейболу, городків, баскетболу	66...76	73...85
Для спортивор загальний	70	78
Для гри у доміно	65	76
Для хокею, тенісу, тенісу настільного	60...65	71...74
Майданчик для ігор дітей дошкільного та молодшого шкільного віку	64...74	74...86
Басейн плавальний та плескальний дитячий	62...76	73
Майданчик для тихого відпочинку дорослого населення	40	-

Примітка. Для надійності оцінки рівнів шуму в межах мікрорайону і житлововою району визначені за верхньою межею шумності складових міської інфраструктури. Особливу увагу слід звернути на комунальні джерела шуму. Наприклад, перевантаження сміття з баків у сміттєвози часто відбувається до 7.00 (ніч) і може супроводжуватися шумом із рівнем 90...95 дБА, що перевищує санітарні норми на 30...45 дБА.

Карта шуму міста – це великий розділ генерального плану, що фіксує сучасний або майбутній стан шумового режиму в місті й рекомендуючий загальний і конкретний шляхи досягнення нормативного рівня на будь-якій стадії проектування.

Остаточне уявлення про шумовий режим дають карти шуму житлових районів і мікрорайонів. Розрахункові (еквівалентні) рівні шуму для їхньої побудови беруть зі схеми джерел шуму міста. Для існуючого міста карти шуму мікрорайонів дозволяють судити про реальний шумовий режим у житловій забудові, зонах акустичного дискомфорту, необхідності застосування заходів зниження шуму і їхньої ефективності, про правильність розміщення майданчиків відпочинку на території мікрорайонів, автостоянках і т.д.

Для існуючого міста карти шуму мікрорайонів особливо цінні при зіставленні варіантів їхньої забудови, вибору оптимального за шумовим режимом рішення.

Під час розроблення генерального плану мікрорайону можна передбачити створення оптимального й комфортного шумового режиму за допомогою відповідних типів житлових будинків, у тому числі й будинків-екранів, прийомів забудови магістральних вулиць і всього мікрорайону, екрануючих споруд і захисного озеленення.

Зміст та структура карт шуму міської території

Оцінка шумового режиму території міста включає визначення основних джерел зовнішнього шуму: потоки всіх видів наземного, автомобільного й рейкового транспорту; авіаційний транспорт у аеропортах і зонах повітряних підходів до аеродромів; майданчики вантажно-розвантажувальних робіт об'єктів транспорту, підприємств торгівлі й установ комунально-побутового обслуговування; промислові підприємства, окремі установки й агрегати; відкриті спортивні споруди й ігрові майданчики.

При цьому виділяють головні джерела шуму й установлюються їх акустичні характеристики (розрахункові рівні звуку), які реєструють на картах розрахункових рівнів шуму цих джерел (вулично-дорожня мережа, траси авіаліній і аеродроми, промислові підприємства й ін.).

Акустичні впливи ранжують за масштабом та значенням наслідків. Ранжований за масштабом і значенням наслідків перелік шумових впливів згідно з ДБН А.2.2-1-2003 має включати природні, біогенні та техногенні шуми. Джерелами біогенного акустичного забруднення є стадіони, базари, майданчики, дискотеки, віварії, зоопарки, ринки для продажу тварин, тваринницькі ферми. Джерелами негативних техногенних шумів є комунальні об'єкти (котельні, трансформатори, вентсистеми, компресорні, сміттєвози тощо), промпідприємства, майданчики для вантажних робіт, транспортні потоки (автомобільний, залізничний, авіаційний,

водний), залізниці, аеродроми зі смугами глісади, морські та річкові порти (ДСП 173-96).

Такі карти розробляють на всіх стадіях проектування (районного планування, генерального плану міста, проектів детального планування житлового району й забудови мікрорайону).

У містах України рівень транспортного шуму часто перевищує санітарні норми і є одним з найбільших негативних чинників.

Важливою є карта вулично-дорожньої мережі, тому що транспортні шуми в містах, як говорилося вище, становлять основний відсоток всіх зовнішніх шумів, що проникають у місця постійного перебування населення.

Карта шуму вулично-дорожньої мережі є схематичним планом вулиць і доріг з нанесеною в умовних позначках шумовою характеристикою транспортних потоків (рис. 2.3).

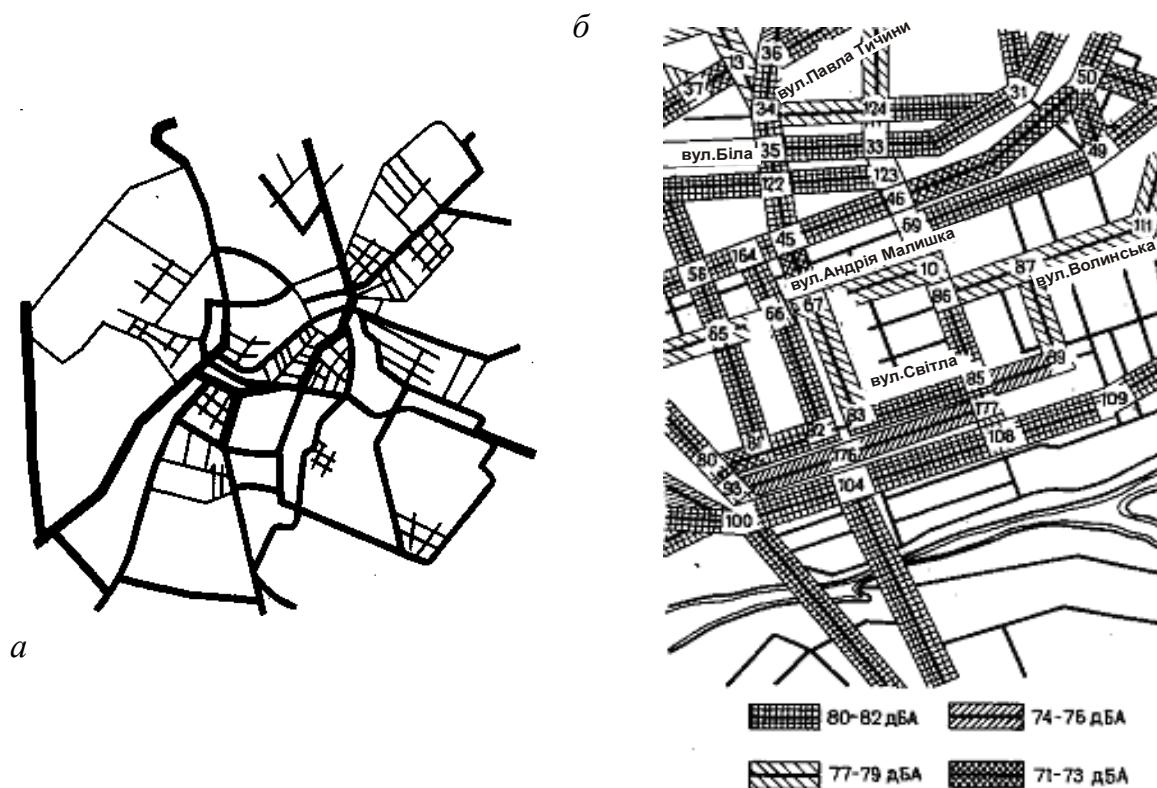


Рис.2.3. Карти шуму вулично-дорожньої мережі міст:

a – Івано-Франківськ; *б* – фрагмент карти шуму міста

Карта складається в зручному для проектувальника масштабі, як правило в тому, що й основні креслення (1:50 000 або 1:10 000). Карта шуму вулично-дорожньої мережі дозволяє визначити

очікуваний рівень звуку в будь-якій точці розглянутої вулиці або магістралі, а також на межі прилеглої примагістральної території, що має велике значення при визначенні планувальних заходів щодо шумозахисту (зміна категорії, призначення й профілю вулиць, прийоми планування й забудови примагістральних територій і ін.).

Карту шуму вулично-дорожньої мережі для міст доповнюють карти шуму зовнішнього транспорту (залізничного, авіаційного, промислового й ін.). На рис. 2.4 показано схему побудови зони зашумлення від аеропорту.

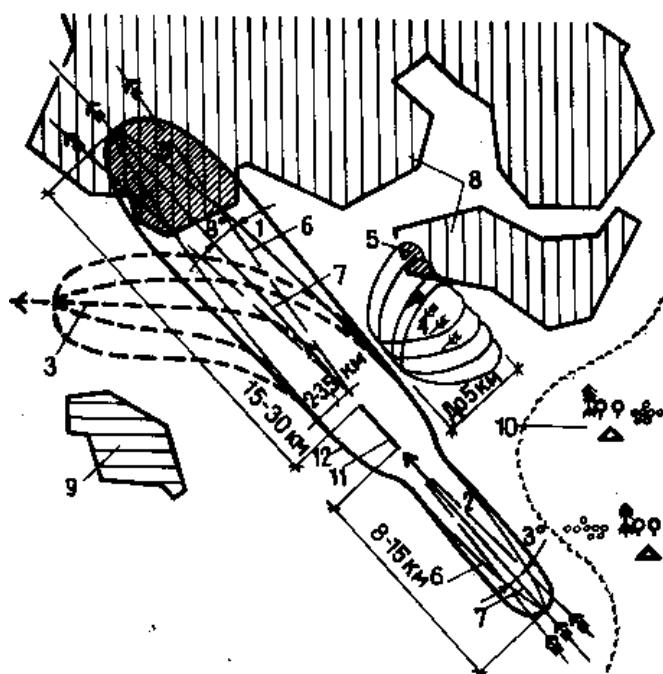


Рис. 2.4. Схема зон розповсюдження авіаційного шуму (пролітного й наземного) на місцевості на околицях аеропорту (за Б.І. Бердником):
 1 – зона шуму, створюваного на місцевості при злеті літаків; 2 – зона шуму, створювана на місцевості при посадці літаків; 3 – можлива зміна напрямку траси злету літаків, що забезпечує усунення впливу високих рівнів авіаційного шуму на території міста; 4 – зона поширення шуму при роботі, випробуванні й ремонті двигунів літаків на землі; 5 – ділянки території міста, що зазнають впливу неприпустимих рівнів авіаційного шуму; 6 – відхилення реальних трас злету й посадки літаків; 7 – розрахункові траси злету й посадки літаків; 8 – межі міста; 9 – населений пункт приміської зони; 10 – зона масового відпочинку населення; 11 – злітно-посадочна смуга; 12 – крива, що огибає (контур) рівних рівнів авіаційного шуму на місцевості ($L_{екв} = 65$ дБА)

На рис. 2.5 показано можливий варіант наведення карти комплексної оцінки акустичного режиму міста та приміської зони за урахування різних джерел шуму. Карта виконана на опорному плані міста. На ній нанесені місця дислокації джерел, визначені теоретичні межі зон їхнього акустичного впливу, а також зони акустичного дискомфорту на території міста на основі розрахунку сумарної інтенсивності шуму в місцях накладення зон впливу від різних джерел.

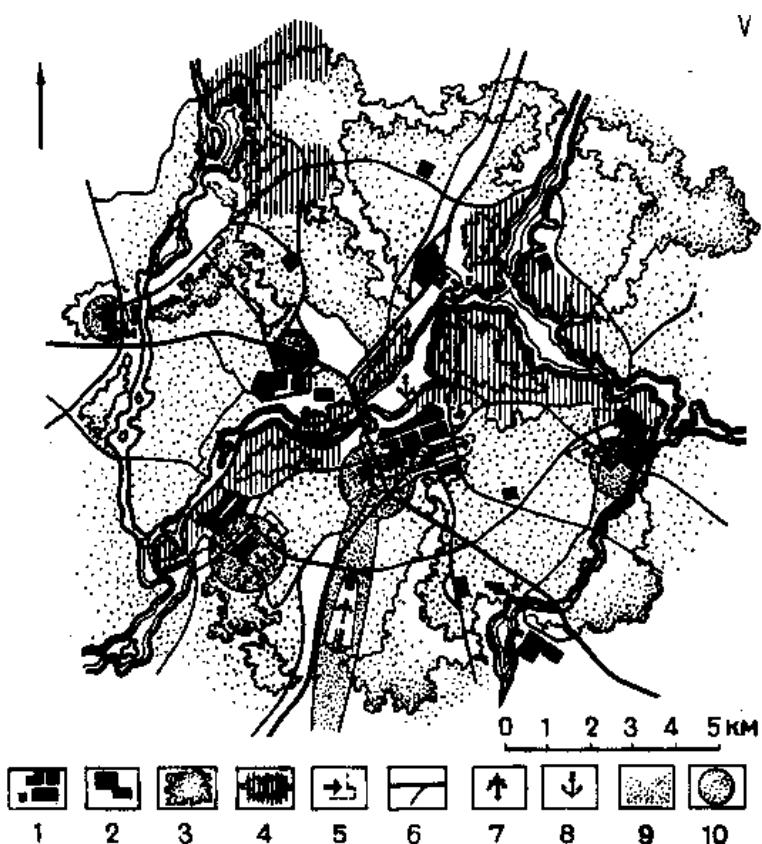


Рис. 2.5. Взаєморозташування джерел шуму та об'єктів шумозахисту за урахування зон зашумленості:

- 1 – сельбищні території; 2 – промислові території; 3 – лісопаркові зони; 4 – зони масового відпочинку; 5 – розвиток сельбищних і промислових територій; 6 – система доріг; 7 – аеропорт; 8 – річковий порт; 9 – сільськогосподарські території; 10 – зони зашумленості

Важливим етапом оцінки акустичного режиму міста є розроблення схеми категоризації його за ступенем акустичного дискомфорту, в основу якої закладений принцип виявлення ступеня акустичного конфлікту, що характеризується критерієм чисельності населення, яке проживає в дискомфортних умовах. З цією метою

сполучаються карти акустичного режиму зі схемою функціональної організації міста, на яку наносяться показники щільності населення й припустимі рівні шуму по кожній з функціональних зон. Ступінь акустичного дискомфорту характеризується середньозваженими перевищеннями припустимих рівнів шуму по кожній зоні (рис. 2.6).

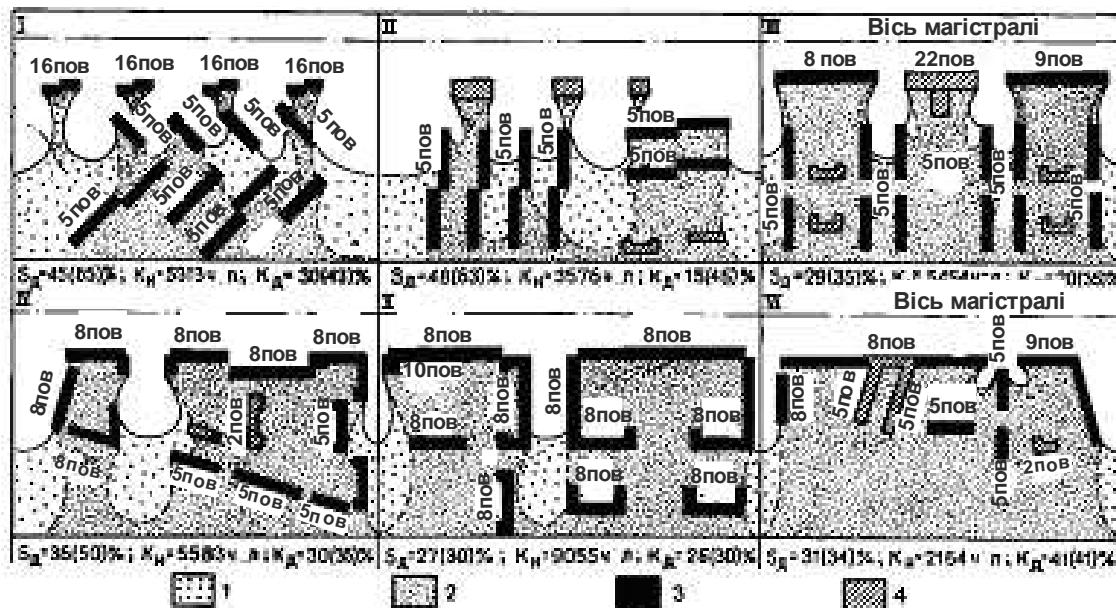


Рис. 2.6. Оцінка зашумленості примагістральних територій:

I-VI – варіанти забудови території площею 14 га (за В.Г. Прутковим). Вихідні дані: $L_{A,екв} = 75$ дБА; $S = 40$ м; K_n – кількість населення. Показники оцінки: S_d – площа акустичного дискомфорту; K_d – кількість населення в зоні акустичного дискомфорту. Показники наведені для $L_{A,екв,дон} = 55$ дБА й у дужках для $L_{A,екв,дон} = 50$ дБА; 1 – зона комфорту при $L_{A,екв,дон} = 55$ дБА; 2 – те ж при $L_{A,екв,дон} = 50$ дБА; 3 – житлові будинки; 4 – будинки нежитлового призначення

На стадії проекту детального планування житлового району, проекту забудови мікрорайону або групи будинків оцінка шумового режиму включає складання карти основних джерел (М 1:5000) і карти зашумленості території (М 1:2000) (рис. 2.7). Карти зашумленості дозволяють установити глибину проникання шуму на забудовану територію.

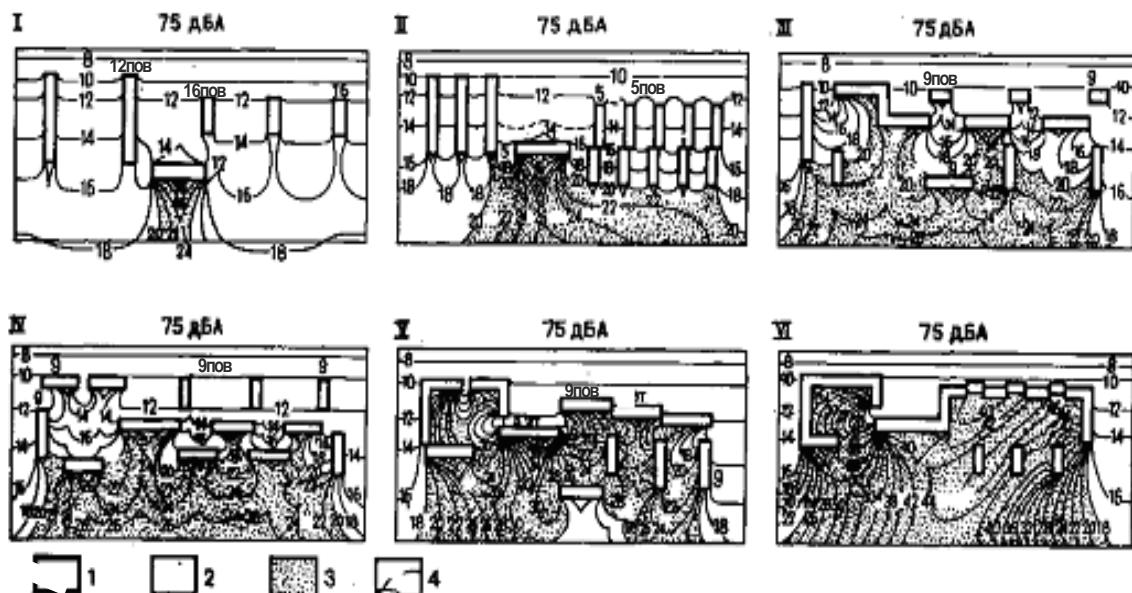


Рис. 2.7. Порівняння варіантів забудови (при рівні шуму на магістралі 75 дБА):
 I-VI – варіанти планування й забудови примагістральних територій при шумі на транспортній магістралі 75 дБА:
 1 – будинки; 2 – територія з рівнями звуку вище санітарної норми (дискомфортна); 3 – територія із припустимим рівнем звуку (комфортна);
 4 – криві рівнів звуку

Під час розроблення карт шуму житлових районів і мікрорайонів ураховуються всі існуючі й проектовані джерела шуму й об'єкти, що підлягають захисту. З огляду на найбільш ефективну шумозахисну роль зелених насаджень у літню пору, в окремих випадках будується карти шуму для двох періодів року – літнього й зимового. Цільовою настановою при аналізі шумового режиму мікрорайону є досягнення акустичного комфорту на майданчиках відпочинку й у житлових будинках.

За допомогою нанесених на карті шуму ліній однакового рівня звуку (ізодецибели) можна визначити рівні звуку в будь-якій точці оцінюваної території.

Наприклад, визначивши рівні звуку по лінії фасаду будинків, можна розрахувати шумовий режим у житлових кімнатах за урахування їх планування й звукоізолюючої здатності огорожувальних конструкцій.

Для визначення зон зашумленості міжмагістральних територій на стадії ПДП проекту детального планування житлових

районів і мікрорайонів усе ширше впровадження одержує розрахунок за допомогою електронно-обчислюальної техніки. Використовуючи комплекс програм, можна встановити в графічному виді на плановій підоснові ареали й межі зон акустичного дискомфорту при заданих нормативних рівнях звуку.

Побудова карти шуму й оцінка акустичного режиму мікрорайону

Згідно з пунктом 8.39 ДСП 173-96 оцінка акустичного режиму здійснюється на основі розрахункових або інструментальних даних, карт розподілу рівнів звуку в зонах впливу джерел шуму. Вибір засобів і методів шумозахисту здійснюється на основі акустичних розрахунків.

Під час реконструкції міст за наявності карти шуму міста виникає необхідність визначати розрахункові еквівалентні рівні шуму для вулиць і магістралей, що обмежують мікрорайони.

Найбільш простий спосіб – визначення еквівалентного рівня залежно від категорії вулиці або дороги й кількості смуг руху на проїзний частині вулиці за урахування обох напрямків.

Таке визначення проводиться згідно з нормативними джерелами. Найбільш точний розрахунок еквівалентного рівня шуму запропонований Е.П. Самойлюком (ДІСІ), що враховує всі фактори, що обумовлюють рівень шуму транспортного потоку.

Еквівалентний рівень шуму

$$L_{екв} = L_{позр.} + \sum \Pi. \quad (5)$$

Розрахунковий рівень шуму $L_{позр.}$ визначається за табл. 2.8, залежно від швидкості руху транспорту й кількості одиниць вантажного й громадського транспорту у відсотках від загального потоку транспорту.

Таблиця 2.8

Розрахункові рівні шуму, дБА

Середня швидкість руху потоку км/год	Кількість одиниць вантажного й громадського транспорту в потоці, %								
	100	90	80	70	60	50	40	30	20
30	80,5	79,5	78,5	77,5	76,5	75,5	74,5	73,5	72,5
40	82,0	81,0	80,0	79,0	78,0	77,0	76,0	75,0	74,0
50	73,5	62,5	81,5	80,5	79,5	78,5	77,5	76,5	75,5
60	85,0	84,0	83,0	82,0	81,0	80,0	79,0	78,0	77,0
70	86,5	85,5	84,5	80,5	82,5	81,5	80,5	79,5	78,5
80	88,0	87,0	86,0	85,0	84,0	83,0	82,0	81,0	80,0
90	89,5	88,5	87,5	86,5	85,5	84,5	83,5	82,5	81,5
100	91,0	90,0	89,0	88,0	87,0	86,0	85,0	84,0	83,0
110	92,6	91,5	90,5	89,5	88,5	87,5	86,5	85,5	84,5

Розрахунковий рівень шуму, $L_{\text{позр.}}$, може бути визначений номографічним методом (рис. 2.8) – за використання номограми для визначення орієнтовних рівнів звуку транспортного шуму.

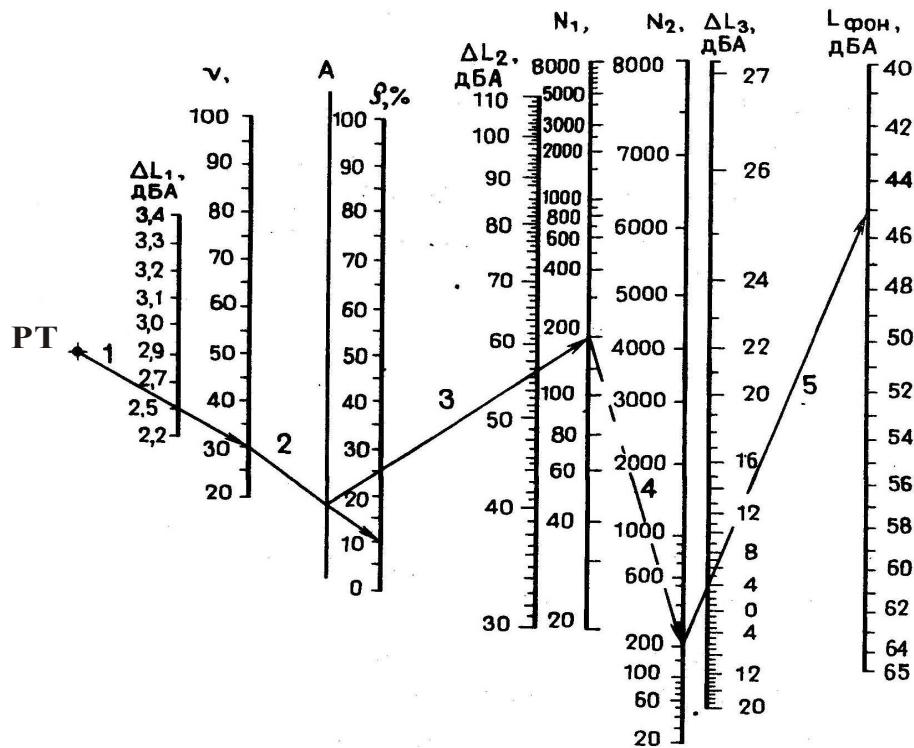


Рис. 2.8. Номограма для визначення орієнтовних рівнів звуку транспортного шуму:

V – середньозважена швидкість руху транспортного потоку, км/год; Q – відсоток громадського та вантажного транспорту потоку; A – проміжна шкала; N_1, N_2 – інтенсивність руху у двох напрямках транспортних потоків ек/год; $L_{\text{фон}}$ – фонові рівні звуку, дБА

Сума виправлень береться за табл. 2.9 и 2.10

Таблиця 2.9

Виправлення та інтенсивність руху

Інтенсивність руху автомобілів за 1 год	100	200	300	500	700	1000	2000	3000	4000
Величина виправлень	-10,0	-7,5	-5,5	-3,0	-1,5	$\pm 0,0$	+1,5	+2,0	+2,1

Таблиця 2.10

Інші виправлення

Найменування виправлень	Величина, дБА
На кожні 2% поздовжнього ухилу	+1
На кожні 10% автомобілів з дизельним двигуном	+1
На наявність трамваїв	+3
На тип дорожнього покриття:	
Асфальтобетон	0
Бетон	+2
Бруківка	+4

Приклад. Потрібно визначити еквівалентний рівень шуму на вулиці, по якій транспортний потік рухається із середньою швидкістю 50 км/год, у складі потоку перебуває 40% вантажного й громадського транспорту, інтенсивність руху – 2000 одиниць у годину, вулиця має поздовжній ухил 3%, у транспортному потоці 20% автомобілів з дизельним двигуном, а покриття проїзної частини виконано з асфальтобетону.

Відповідно еквівалентний рівень шуму на цій вулиці становитиме:

$$L.A_{екв} = L_{позр} + \sum \Pi. \quad (2.6)$$

За табл. 2.8 вибираємо величину розрахункового рівня шуму. Вона становить 77,5 дБА. За табл. 2.9 і 2.10 знаходимо суму виправлень:

$$\sum \Pi = 1,5 + 1,5 + 2,0 + 0,0 = +5,0 \text{ дБА.}$$

Підставляючи отримані величини в наведену вище формулу, одержуємо:

$$L.A_{екв} = 77,5 + 5,0 = 82,5 \text{ дБА.}$$

Для побудови карти шуму округляємо цей рівень, приймаючи його 83 дБА.

Найбільш вдалим методом побудови карти шуму є застосування шумографів, розроблених Е.П. Самойлюком, Л.Г. Сафоновою (ДІСІ) і Д.С. Масленніковим (МІСІ).

Шумограф складається з двох частин, виконаних на плівці. На шумографі зазначені масштаб креслення та інтенсивність руху на вулиці. За допомогою першої та другої частини на план наносять ізодецибели, що проходять по відкритій території мікрорайону та у розривах забудови, а третя частина слугує для проведення ізодецибели у трикутнику тіні за кутом будинку (рис. 2.9).

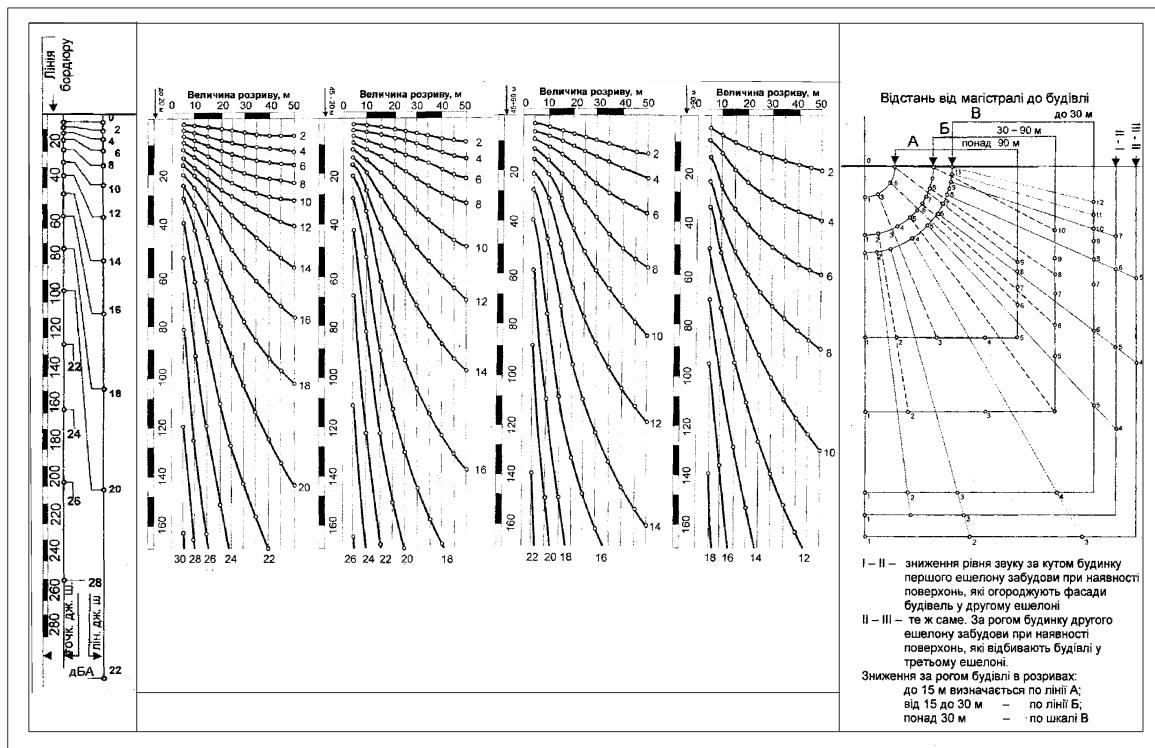


Рис. 2.9. Шумографи. Номограмми для визначення зниження звуку

Графічна побудова карти шуму полягає в тому, що на план забудови наносять лінії рівних рівнів звуку, які відображають існуючий або очікуваний проектований шумовий режим примагістральної території. За картою шуму знаходять зону

акустичного дискомфорту, на якій рівні звуку перевищують гранично допустимі норми, і, навпаки, зону акустичного комфорту, на якій рівні звуку не перевищують цих величин.

Для побудови кривих рівного рівня звуку на висоті 1,5 м над поверхнею використовують шумограф (рис. 2.9), що складається з трьох частин.

Першу частину шумографа (рис. 2.10) використовують для побудови рівнів звуку на територіях, вільних від забудови, в децибелах від точкового і лінійного джерел шуму (позначено на шумографі відповідно «точк. дж. ш.» і «лін. дж. ш.»).

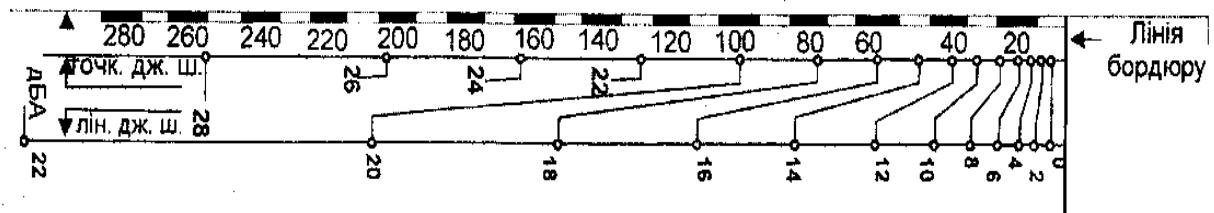


Рис. 2.10. Шумограф для визначення зниження рівня звуку на територіях, вільних від забудови

Друга частина (рис. 2.11) дозволяє по чотирьох номограмах визначити положення ліній рівного шуму за урахування зниження рівня звуку в розривах між будівлями, для чого визначається відстань від лінійних джерел шуму до лінії початку зниження рівня звуку в розривах і бордюром проїзної частини. Номограми враховують розрив від 5 до 50 м. При розривах понад 50 м зниження рівня звуку визначається так само, як на відкритих просторах.

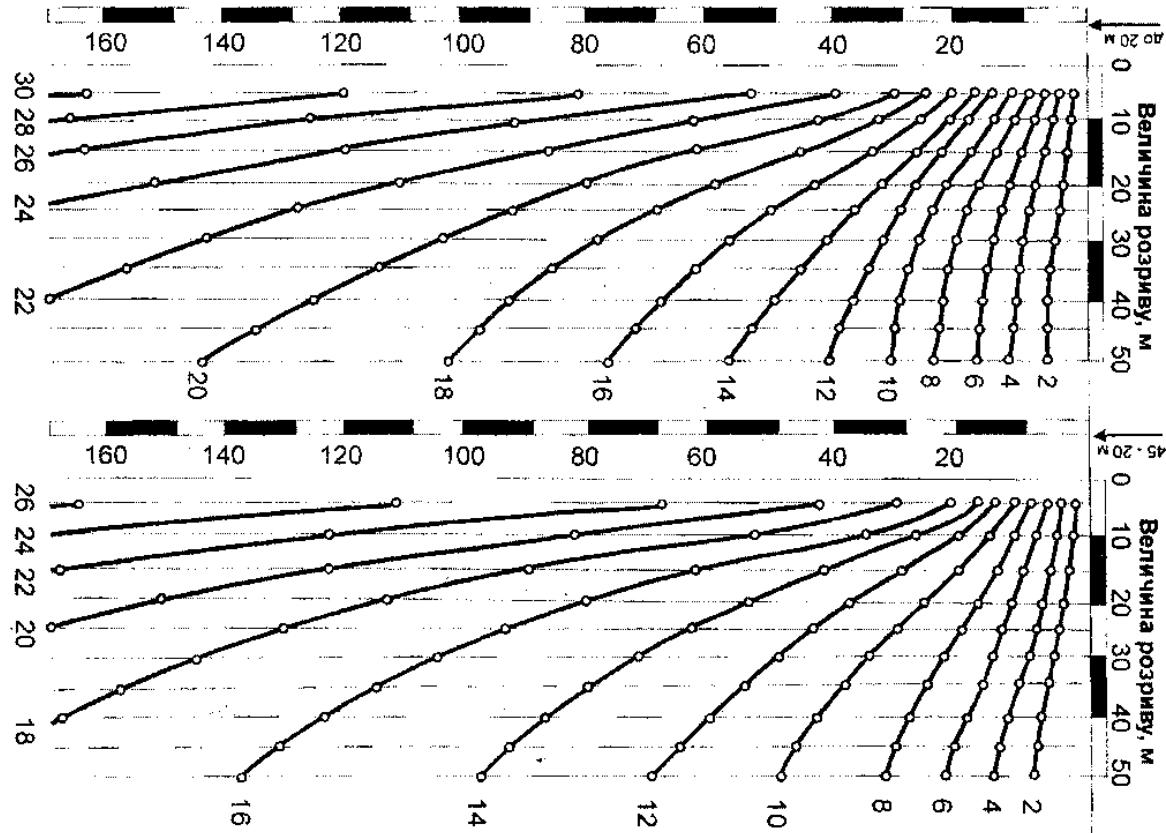


Рис. 2.11. Шумограф . Номограма для визначення зниження звуку в розривах забудови, що розташовані від бордюру на певній відстані

Третя частина (рис. 2.12) дає можливість визначити положення ліній рівнів звуку за кутом споруди, що екранує, залежно від відстані між будівлями і бордюром проїзної частини. Напрямок ізодецибел установлюється за точками чвертей кіл А, Б, В, які побудовані за урахування відстаней від будівлі до магістралі відповідно: більше 90 м, від 30 до 90 м, до 30 м, а також враховують розриви між будівлями відповідно: до 15 м, від 15 до 30 м і від 30 до 50 м. Визначальною для вибору однієї з ліній (А, Б, В) є не відстань між будівлями і магістраллю, а величина розриву між будівлями. Для урахування величини додаткової енергії за рахунок відбитого звуку від фасадів будівель ешелонів використовуються лінії I- II і II-III.

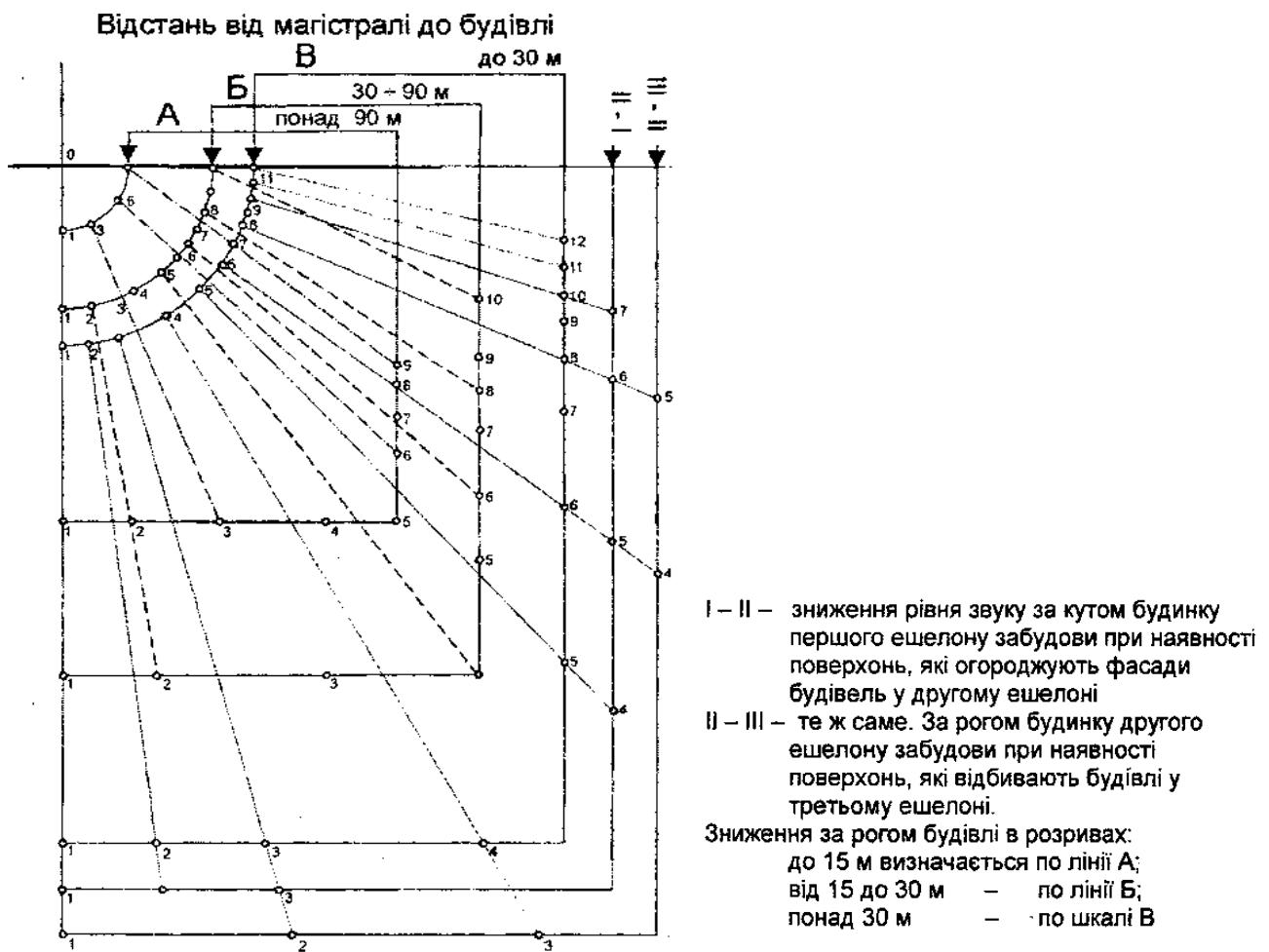


Рис. 2.12. Шумограф для визначення зниження рівня звуку за рогом будинку першого ешелону забудови

Послідовність побудови карти шуму

Першу частину шумографа накладають на план забудови так, щоб лінія бордюру на шумографі співпала з бордюром проїзної частини. Через отвори на лінії, що відповідає побудові від лінійного джерела шуму, роблять позначки і через отримані точки проводять лінії, паралельні фронту поширення звукової хвилі (рис. 2.10, 2.13, А).

На другій частині шумографа залежно від відстані між бордюром і лінією забудови вибирають відповідну номограму. Лінію п.з.р. на номограмі суміщають з початком розриву біля однієї із сторін будівлі на плані, і по лінійній шкалі верхньої частини номограми визначають величину розриву між будівлями. Через отвори вертикальної прямої, що відповідає величині розриву між

будівлями, і кривій відносного зниження звуку, роблять позначки. Потім по позначках проводять лінії рівного зниження рівня звуку, паралельні фронту поширення звукової хвилі (рис. 2.11; 2.13,Б).

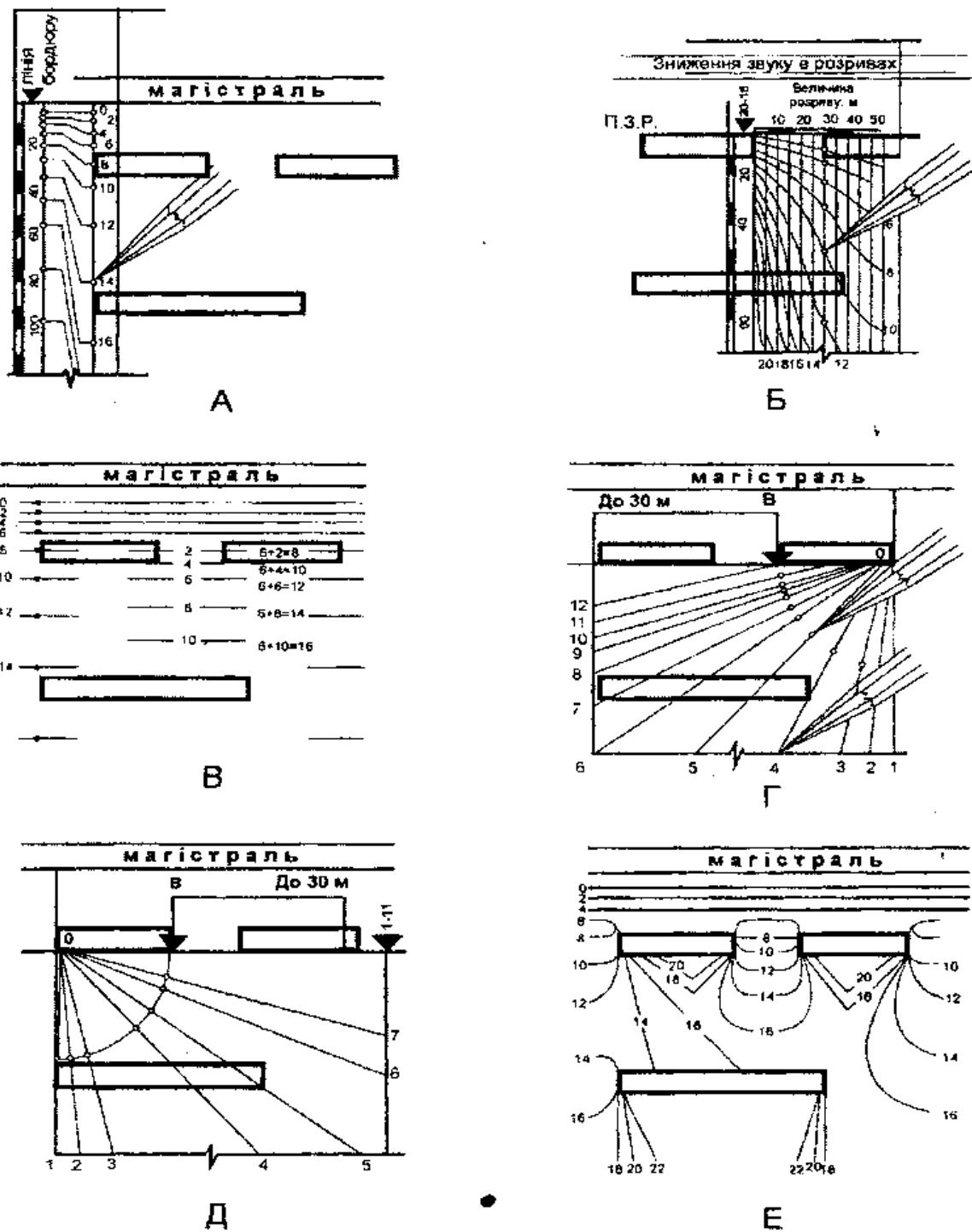


Рис. 2.13. Послідовність побудови карт шуму території забудови за допомогою шумографа: А – на вільному просторі; Б – у розривах забудови; В – послідовність проходження ліній одинакового рівня звуку у вільному просторі та розривах забудови; Г, Д – за рогом будинку; Е – фрагмент карти шуму

Величину зниження рівня звуку на вільній території позначають у відносних величинах через 2дБА. Для одержання першого значення відносного зниження рівня звуку в розриві між будівлями до значень лінії рівного зниження рівня звуку на вільній території, найближчої до будівлі з боку джерела шуму, додають значення, отримані по другій частині шумографа (рис. 2.13,В).

Третю частину шумографа-П (рис. 2.12) використовують для побудови кривих однакового рівня шуму за кутом будівлі. Для цього шумограф накладають так, щоб точка О співпала з кутом будівлі, що екранує, а лінія 0-1 була перпендикулярна до фронту поширення звукової хвилі (рис. 2.12; 2.13,Г; 2.13,Д).

По точках однієї з ліній (А, Б, В), вибраної за методикою описаною раніше, роблять позначки напрямку променів для встановлення положень ліній рівнів звуку за всіма кутами будівель. Для визначення положення тих же ліній за другим кутом будівлі по лінії того ж фасаду повертають шумограф тильною стороною і повторюють описані дії (рис. 2.13,Г; 2.13,Д).

Остаточний вигляд карти шуму наведений на рис. 2.13,Е.

З'єднавши лінії рівних рівнів шуму, положення яких зафіксовані на вільній території, в розривах між будівлями і за кутом будівлі, одержують карту шуму у відносних рівнях (рис. 2.13,В). Потім визначають значення абсолютнох рівнів. Лінія нульового зниження відповідає лінії еквівалентного рівня звуку магістралі. Отже, замість нульового значення фіксують значення еквівалентного рівня звуку в децибелах, знайдені за наведеною вище методикою. Значення рівня шуму кожної наступної ізодецебели відрізняється від попередньої на 2 дБА. Побудову карти шуму закінчують ізодецибелою гранично допустимого значення рівня шуму.

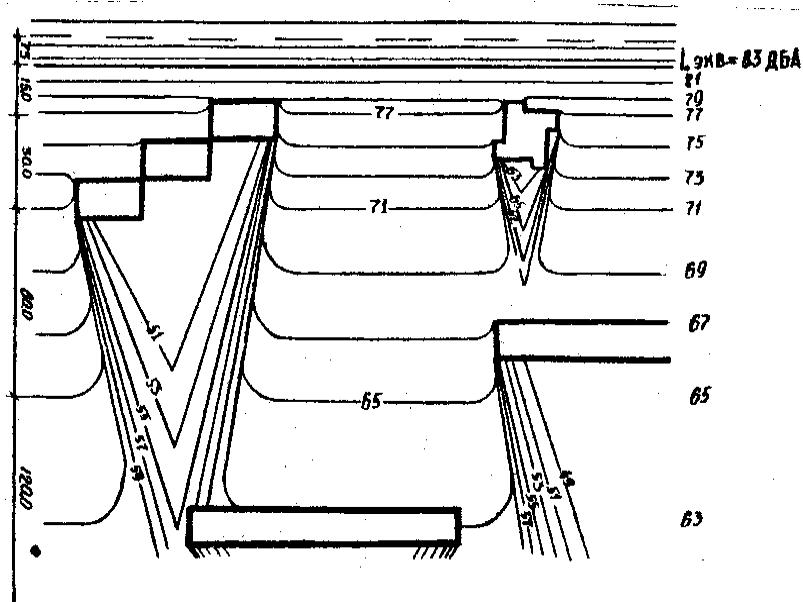


Рис. 2.14. Фрагмент карты шуму

Карта шуму дозволяє визначити рівні шуму у будь-якій точці мікрорайону з точністю приблизно до 2 дБА, що цілком достатньо для визначення комфортних і дискомфортних зон у мікрорайоні й розроблення шумозахисних заходів.

2.2. Шумозахисні заходи, їх ефективність

Негативний шумовий вплив охоплює значні території України з численним населенням. Вимоги до відвернення та зниження шуму регламентовані ст. 21 Закону України «Про охорону атмосферного повітря».

Згідно з п. 10.22 ДБН 360-92** і п. 8.44 ДСП 173-96 вибір засобів і методів шумозахисту здійснюється на основі акустичних розрахунків. Акустичні розрахунки повинні проводитись за методиками, узгодженими МОЗ України (п. 8.44 ДСП 173-96).

Згідно з п.8.38 ДСП 173-96 при проектуванні та будівництві міських і сільських поселень, промислових, комунальних і транспортних об'єктів передбачати заходи, які забезпечують гігієнічні норми звуку та вібрації на сельській території, у приміщеннях житлових і громадських будівель, на території курортно-рекреаційних зон відповідно до СН 3077-84.

Забезпечення на сельбищній території акустичного режиму, що відповідає гігієнічним нормативам, повинно здійснюватись шляхом застосування містобудівних, будівельних та конструктивних рішень, адміністративно-організаційних заходів (8.40 ДСП 173-96).

Містобудівні методи захисту від шуму повинні включати заходи із зонування території населених пунктів, раціонального планування й організації вулично-дорожньої мережі, влаштування санітарно-захисних зон навколо основних стаціонарних джерел акустичного випромінювання (п. 8.41 ДСП 173-96).

Житлову забудову, дитячі дошкільні заклади, школи, заклади охорони здоров'я, будинки-інтернати для людей похилого віку потрібно розташовувати в зонах найбільш віддалених від джерел акустичного забруднення.

Під час вибору типу забудови, особливо в першому ешелоні поблизу джерел підвищених рівнів звуку, потрібно враховувати захисні акустичні властивості споруд і необхідність максимального зниження колективного акустичного навантаження на населення (п. 8.42 ДСП 173-96). Усі зовнішні джерела акустичного забруднення (магістралі, аеропорти, вокзали, промпідприємства, трансформатори, автостоянки, котельні, гаражі, гральні майданчики й інші) слід розміщувати на відстанях від сельбищної території й зон рекреації, які обґрунтовані акустичними розрахунками (п. 8.44 ДСП 173-96).

Громадяні зобов'язані дотримуватись вимоги щодо зниження побутового шуму у квартирах, а також у дворах жилих будинків, на вулицях, у місцях відпочинку та інших громадських місцях.

Раціональне планування й організація вулично-дорожньої мережі

Регулювання акустичного режиму на рівні генерального плану міста здійснюється шляхом вибору найбільш раціональної транспортно-планувальної структури (або вдосконалювання існуючої) для усунення розсіяності вантажного руху й високої

завантаженості вулично-дорожньої мережі за умов зростаючої автомобілізації (рис. 2.15).

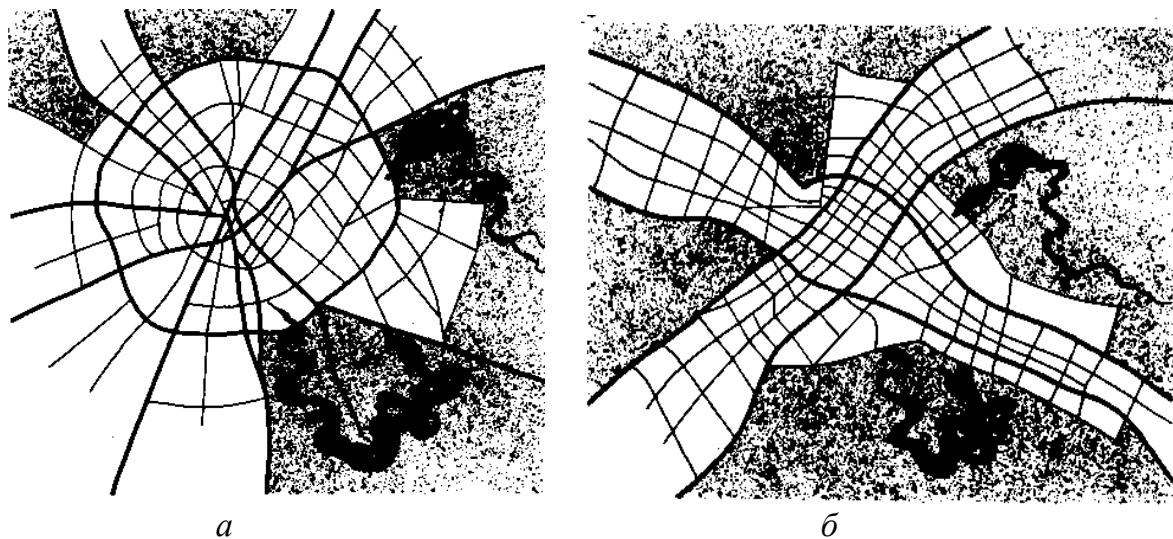


Рис. 2.15. Схеми перетворення радіально-кільцевої структури магістралей у лінійно-смугову:

а – радіально кільцева структура магістралей у місті з населенням 800 тис. жителів; *б* – лінійно-смугова структура магістралей;

1 – швидкісні автомобільні дороги; 2 – магістралі загальноміського значення; 3 – лінії метрополітену

Одним зі шляхів подолання розпорощеності вантажного руху територією міста є створення систем вантажних доріг.

Для найбільших міст нашої країни перспективним є створення швидкісних автомобільних доріг¹ (призначених для зв'язку між віддаленими районами міста й центрами системи розселення), екологічне значення формування яких полягає в залученні значного міжміського транзиту на систему обхідних і розподільних кільцевих доріг навколо території міста, у відведенні головних автомобільних потоків від центрального району (петлеві, дотичні дороги), а також у концентрації значних потоків автомобільного руху за обмеженим числом напрямків системи діаметральних і хордових швидкісних доріг (рис. 2.16).

¹ Під час проектування загальноміської системи швидкісних автомобільних доріг, зниження шкідливого впливу магістралей на житлові райони й рекреаційні території досягається за рахунок їх розміщення в санітарно-захисних зонах, на порушених і незручних землях, у зонах малоповерхової забудови, у смугах відводу залізниць. У деяких випадках швидкісні автомобільні дороги прокладаються по тальвегах, балках, ярах, косогорах. Виникають природні екрани-відкоси, ефективність яких залежить від їхньої висоти звукової тіні, створюваної рельєфом місцевості.

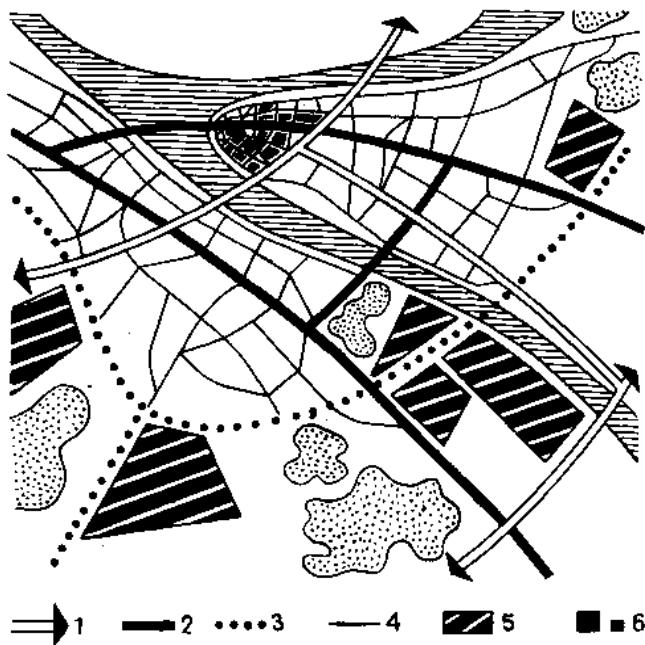


Рис. 2.16. Схема перспективної транспортно-планувальної структури найбільшого міста, що враховує вимоги оздоровлення навколошнього середовища:

1 – швидкісні автомобільні дороги; 2 – магістралі безперервного руху; 3 – вантажні дороги; 4 – магістралі регульованого руху; 5 – промислові території; 6 - міський центр

У центральних районах регулювання акустичного режиму досягається:

- можливістю перетворення радіально-кільцевих планувальних структур міст у лінійно-смугові¹ (зменшення транспортного перевантаження центру, підвищення ефективності використання швидкісного не вуличного транспорту – метрополітену, швидкісного трамвая);
- використанням монорейкових доріг;
- використання перспективних систем міського транспорту («трубопровідний міський транспорт», розгалужена мережа ліній автоматизованого міського транспорту, багатосмугові пасажирські конвеери і т.д.);

¹ Перевага лінійно-смугових структур не тільки в тому, що вони дозволяють центру міста вільно розвиватися в просторі, але й у тому, що виключають транспортне перевантаження центру, пов'язане з високою щільністю магістралей і транспортних потоків, сфокусованих у одній точці.

- розміщення на межі центральної зони транспортних вузлів, які, як вузли в'їзду, виконують функції захисних бар'єрів на шляху проходження транспорту в ядро центра¹.

Використання так званої «органічної» системи побудови вулично-дорожньої мережі, що характеризується мінімальним числом вузлів (єдина форма вузла в ній – просте примикання, що заміняє собою звичайні перехрестя):

- послідовне «розгалуження» доріг;
- беззупинковість і потоковість руху;
- роз'єднанням шляхів пішоходів і транспорту (рис. 2.17);

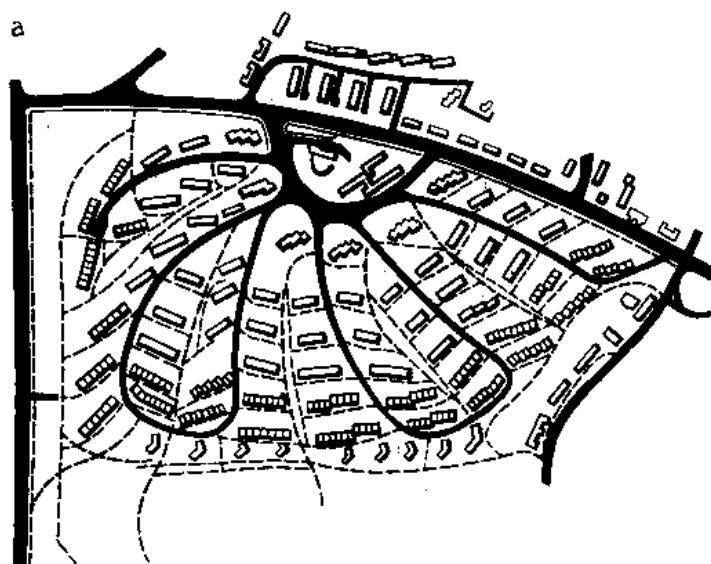


Рис. 2.17. Приклад органічної системи міст. Маргаретенхое-2

- при трасуванні магістральної мережі, розміщенні автомобільних стоянок і гаражів (у центральних зонах) часто використовується підземний простір (рис. 2.18) для ізоляції основних джерел шуму;

¹ У ядрі центра, оточеного петлевими (кільцевими), хордовими чи взаємопаралельними магістралями, усі вулиці проектируються тупиковими. Великі автостоянки розташовують на межі ядра центра. При розміщенні автомобільних стоянок в самому ядрі під'їзди до них роблять тупиковими.

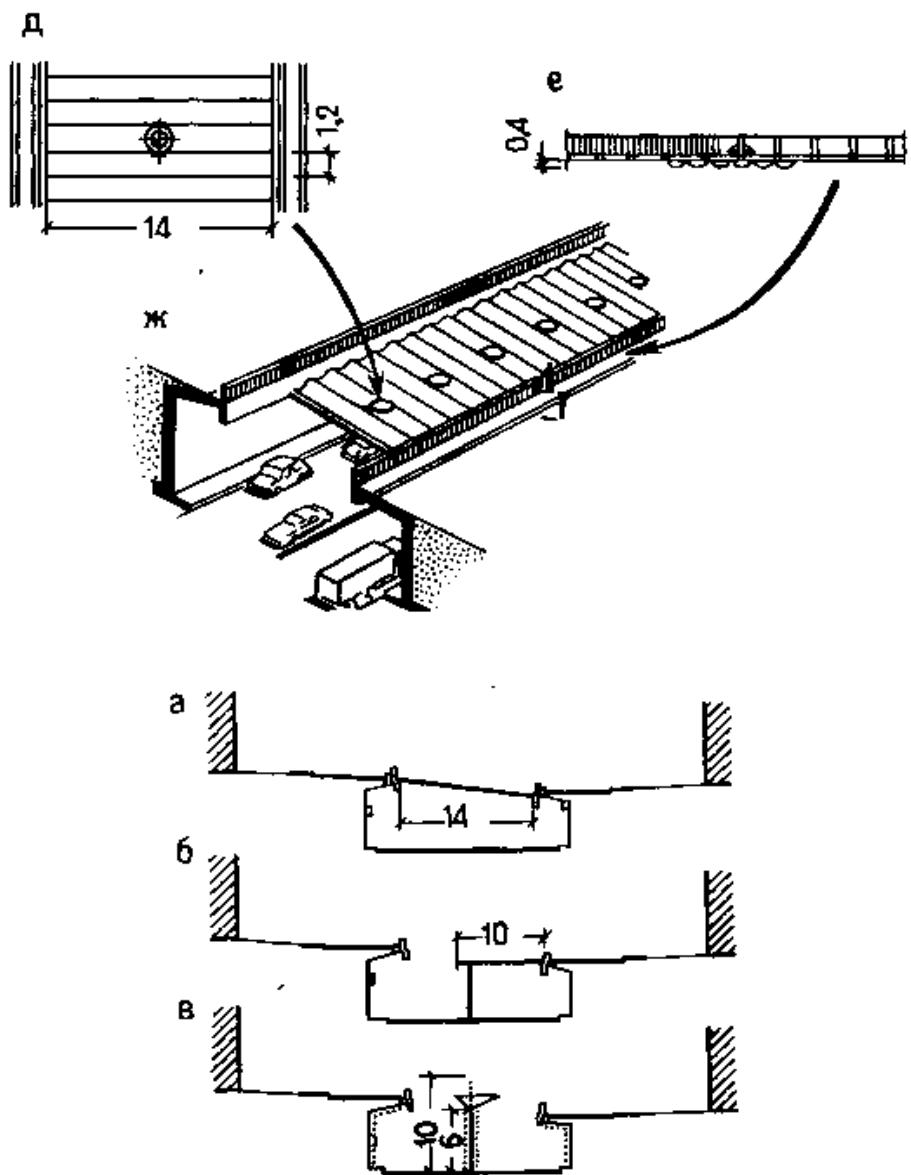


Рис. 2.18. Шумозахисні заходи в центральних зонах значних міст.
Заглиблення (виїмка) із шумозахисним перекриттям з легких металевих конструкцій

Довжина 860 м, глибина заглиблення 4,5 м, ефективність – 13 дБА (Франція): *жс* – загальний вид; *д* – вид зверху; *е* – вид праворуч. Поперечний розріз по магістралі: *а* – захист забудови суцільними перекриттями автомагістралі; *б* – те ж, перекриттями над частиною магістралі; *в* – частковим перекриттям автомагістралі

- диференціація руху, пропуск різних видів транспорту по спеціальних смугах;
- створення торговельних вулиць переважно з пішохідним рухом;
- (на ММТ) організація так званих «житлових зон», у межах яких здійснюється рух автомобілів зі швидкістю не більше

10 км/год.¹ (у місцях в'їздів у житлову зону влаштовують короткі рампи, що обмежують швидкість руху автомобілів, і встановлюють спеціальні знаки, що позначають межу житлової зони);

– будівництво поблизу ділових центрів невуличних автомобільних швидкісних доріг (на які направляються автомобільні потоки з магістральних торговельних вулиць, що підлягають перетворенню в пішохідні);

– відділення руху транспорту й автомобільних стоянок від пішоходів завдяки розміщенню в різних рівнях.

Також до основних планувальних прийомів розміщення транспортних елементів, що забезпечують нейтралізацію несприятливого впливу транспорту стосовно охоронюваного об'єкта, можна віднести територіальні розриви.

Шумозахисні зелені насадження

Декоративні зелені насадження, створені на вулицях міста, що становлять собою лінійні посадки дерев на розділовій і прибудинковій смузі, малоєфективні в захисті від шуму, тому що дерева висаджуються на відстані 5...6 м й мають високі штамби, а чагарники зустрічаються вкрай рідко².

Розглядаючи фізичну можливість зелених насаджень щодо зниження шуму, необхідно відзначити, що дерева й чагарники поверхнею крони відбивають, а обсягом крони (листи, дрібні й кістякові гілки) поглинають частину звукової енергії, що впливає на них (рис.2. 19).

¹ Організації пішохідних зон у містах, з погляду зниження шуму становить 20-30% загального рівня, а за забрудненням повітря досягає в ряді випадків 50-70% початкових показників.

² Доцільно застосовувати шумозахисні смуги зелених насаджень під час проектування швидкісних доріг і магістральних вулиць безперервного руху. У цьому випадку всю ширину розриву між проїзною частиною й лінією забудови розглядають як зону захисного озеленення, виділяючи три підзони: фронтальну, місцевого руху й прибудинкову. При цьому для фронтальної зони, що сприймає перший звуковий удар, застосовують димогазостійкі дерева і чагарники, тобто проектиують багатоярусний фронт зелених насаджень, здатний зберігати свої властивості при тривалому впливі вихлопних газів.

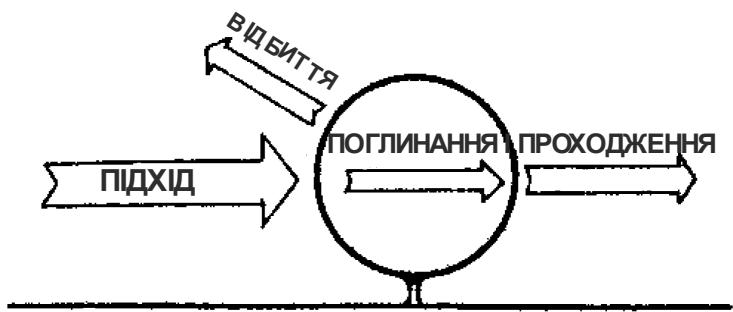


Рис. 2.19. Схема фізичної можливості зниження шуму зеленими насадженнями

Шумозахисні якості зелених насаджень помітно проявляються тільки тоді, коли вони сформовані у вигляді спеціальних багаторядних посадок. При зменшенні ажурності крон дерев і при збільшенні щільності листя підвищується ефект їхнього шумозахисту.

Ефективність шумозахисту зелених систем (на відміну від газозахисту) обумовлена в основному шириною смуг і в значно меншому ступені іншими факторами (конструкція, кількість дерев і рядів, висота, дендрологічний склад тощо).

Виходячи із цього, до шумозахисних насаджень висувають наступні вимоги:

1. Насадження повинні мати щільне змикання крон, для чого відстань нормативних посадок зменшується на 30– 50% (рис. 2.20).

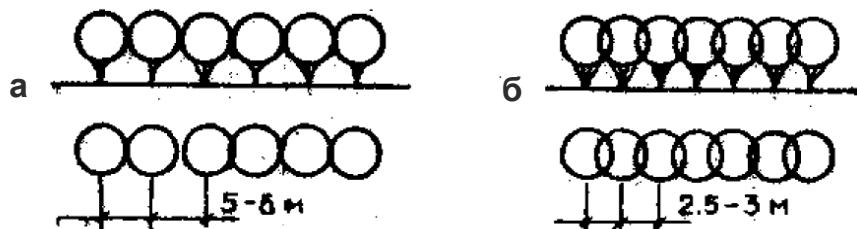


Рис. 2.20. Рядові посадки дерев на вулиці:
а – звичайна; б – шумозахисна

2. Застосувані дерева й чагарники повинні бути густокронними, швидкоростаючими й мати низький штамб.

Перелік рослин, рекомендованих для шумозахисту:

- листяні породи дерев: липа дрібнолиста, серцелиста, крупнолиста, береза бородавчаста, в'яз гладкий звичайний (берест), в'яз листуватий (берест), дуб черешчатий, північний (або бореальний), клен гостролистий, ясенолистий, татарський, тополі біла, піраміdalна (італійська), піраміdalна (китайська), бальзамічна, каштан кінський, акація біла, горобина звичайна, верба біла (плакуча, білолоз);
- хвойні породи дерев: ялина звичайна європейська, колюча (блакитна), модрина сибірська;
- підлісок, кущі (чагарник): бузок звичайний, магнолія падуболиста, ялівець звичайний, козацький, тuya західна («древо життя»), кизильник горизонтальний, розчепірений, сніжноягідник, жимолость козолиста, глід одноматочковий, спірея верболиста, Ван-Гутта (таволга), гледичія триколючкова;
- бордюр, квітники, газон: ялівець звичайний, козацький, бірючина звичайна (живопліт), шипшина звичайна, квіти, газон партерний.

Під час розміщення вертикального озеленення (витких рослин) перед шумозахисним екраном у літню пору має місце додаткове зменшення шуму на 1...5 дБА. Найбільш ефективним у цьому відношенні виявився дикий виноград.

3. Відстань від насаджень до краю доріг загального користування І-V має відповідати вимогам табл. 13 ДСТУ 3587-97, у населених пунктах – 4 м до стовбура дерева й 0,5 м крони.

Структурі насаджень повинна бути складною, тобто багатоярусною з введенням чагарників під запону насадження або на його узлісся¹ (рис. 2.21).

¹ Комунікаційні вводи (пішохідні проходи, транспортні проїзди) із транспортних магістралей на територію житлової зони, а також розриви для провітрювання в шумозахисних смугах озеленення проектують під кутом до джерел шуму.

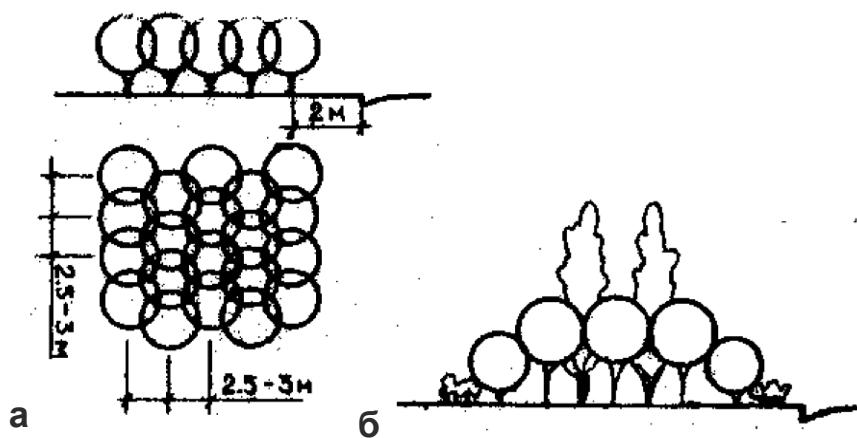


Рис. 2.21. Схеми шумозахисних насаджень:
 а – лінійна «шахова» посадка дерев без введення чагарників; б – складна багатоярусна посадка дерев з лінійними посадками чагарників на узліссях

Рекомендуються такі форми й склад (конструкції) шумозахисних екрануючих зелених насаджень:

К.1. Одна смуга газошумозахисних насаджень має бути завширшки не менше 10 м.

К.2. Багаторядна смуга повинна мати переріз З-кутної форми з більш пологим боком до джерела шуму й послідовними насадженнями:

- низький чагарник – високий чагарник – підлісок із додаткових деревних порід – основні породи (для даних ґрунтово-кліматичних умов застосовуються основні породи з найбільшою ефективністю і газостійкістю з кількістю не менше 50% у смузі) – підлісок із додаткових деревних порід – високий чагарник – щільні насадження з боку джерела шуму (мілколисті рослини крупномірних і швидкозростаючих порід із щільною та низкою кроною, щільний підкроновий чагарник) – деревно-тіньова посадка – огорожа з чагарнику (передування основних і додаткових тіньових порід у межах ряду, а також їх рядів).

К.3. Система багаторядних смуг насаджень повинна мати ширину 20...45 м із проміжком 4...5 м між окремими смугами (розділена смуга зелених насаджень може бути на 5...10 дБА ефективніша, ніж суцільна) (рис. 2.22).

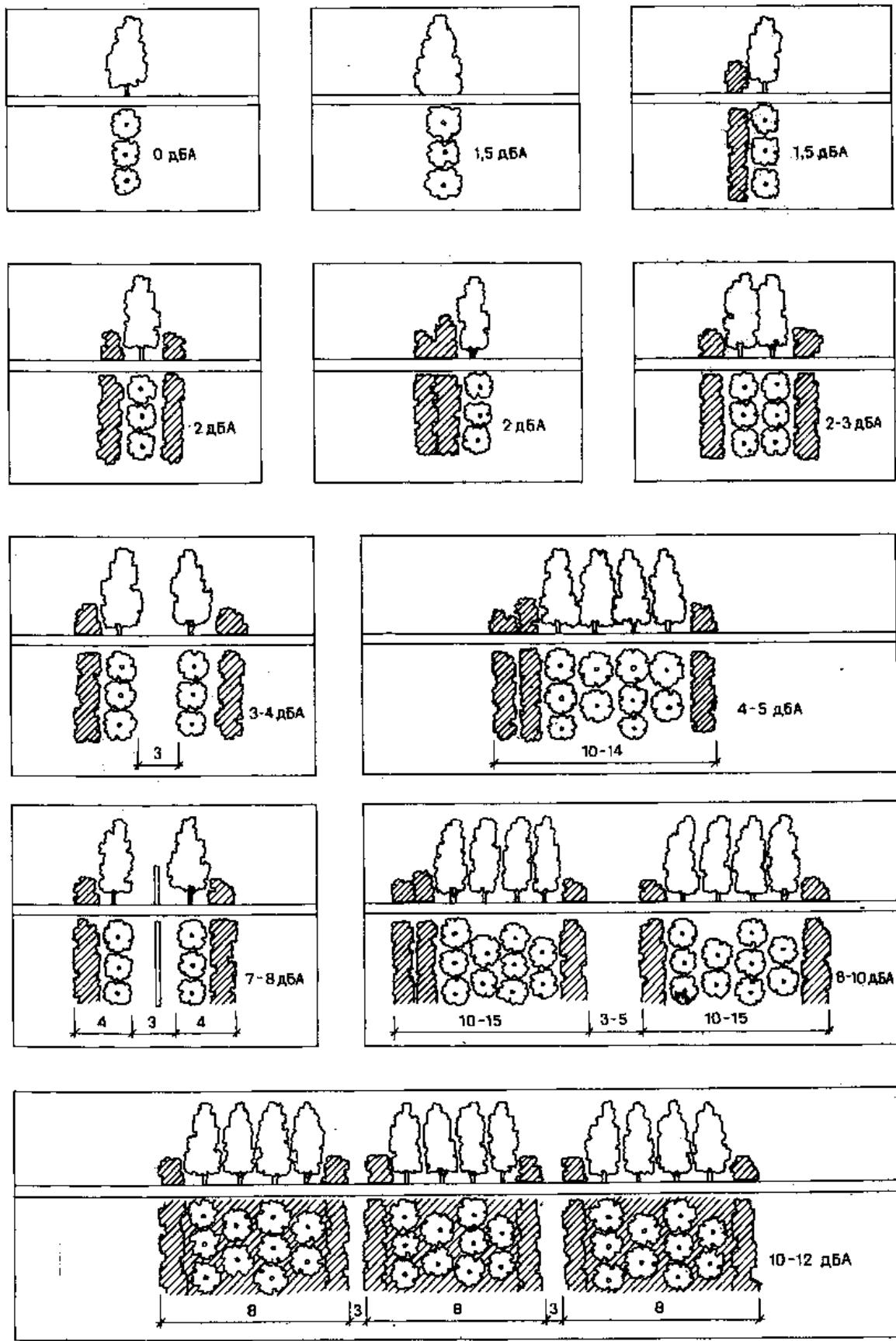


Рис. 2.22. Ефективність зниження рівнів звуку смугами зелених насаджень різних конструкцій – одно- та багатосмугові (розміри в метрах)

4. Шумозахисні екрануючі деревно-чагарникові смуги слід передбачати як з боку джерела шуму, так і з боку об'єкта, що підлягає захисту (4.21 ДБН Б.2.4-1-94).

5. У складі багатосмугових шумозахисних насаджень другу й подальші за нею смуги, за відповідних природно-кліматичних умов, рекомендується створювати із хвойних порід, які ефективні у захисті від шуму протягом усього року.¹

Розрахунок ефективності зниження шуму однією смugoю шумозахисних зелених насаджень проводиться на підставі розрахункової схеми (рис. 2.23) за формулою, запропонованою Ф. Майстером і В. Рурбергом:

$$L_{e\phi} = k_3 \cdot 10 \cdot \lg \frac{r_n}{r_1}, \quad (2.7)$$

де k_3 – коефіцієнт фізичної можливості насаджень знижувати шум. (для смуг шахової посадки підлісок і чагарник береться 1,5; для лісопарків середньої щільності із чагарником – 1,3).

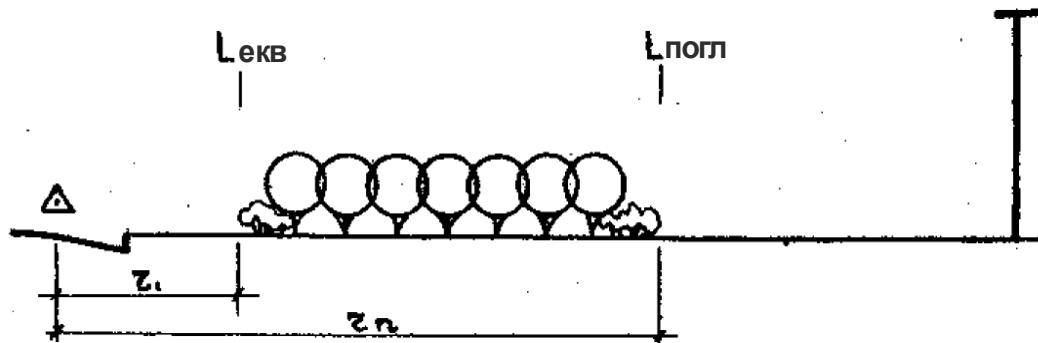


Рис. 2.23. Розрахункова схема для визначення ефективності зниження шуму однослуговими шумозахисними насадженнями

Тоді рівень шуму за шумозахисною смugoю:

$$L_{nогл} = L_1 - k_3 \cdot 10 \cdot \lg \frac{r_n}{r_1}, \quad (2.8)$$

де L_1 – рівень шуму на початку шумозахисної смуги зелених насаджень.

¹ У цілому ефективність шумозахисту у хвойних порід нижча, ніж у листяних порід. Крім того, хвойні рослини чутливі до загазованості. Для їх застосування необхідний додатковий розрахунок послідовного зниження хімічного забруднення повітря суцільними екранами та буферними листяними смугами.

Ефективність багатосмугових шумозахисних насаджень розраховується на підставі розрахункової схеми (рис. 2.24) за формулою Ф. Майстера і В. Рурберга:

$$L_{e\phi} = 10 \cdot \lg \left(\frac{r_1 + \sum_1^i B_i + \sum_1^i A_i}{r_1} \right) + 1,5Z + \beta \sum_1^i B_i, \quad (2.9)$$

де Z – кількість смуг шумозахистного насадження; β – коефіцієнт питомого поглинання звукової енергії.

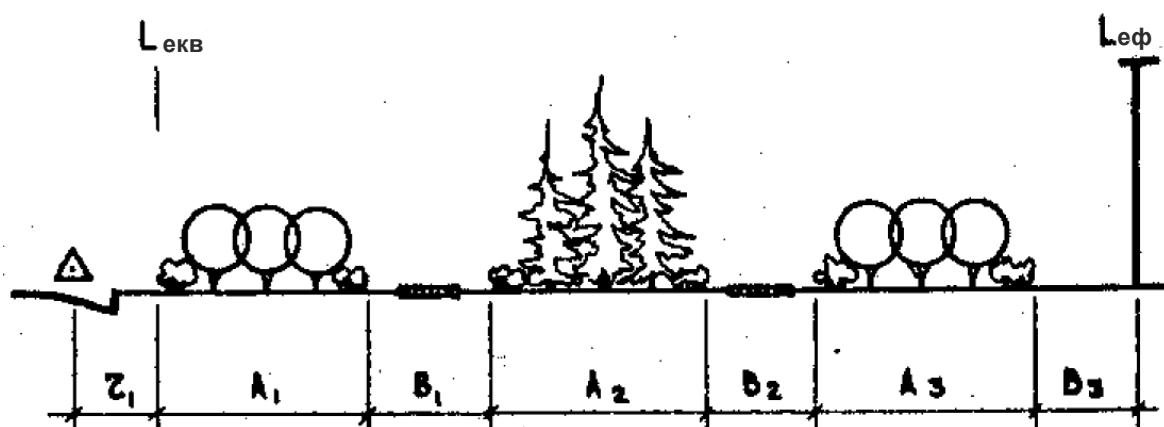


Рис. 2.24. Розрахункова схема для визначення ефективності зниження шуму багатосмуговими шумозахисними насадженнями

Ефективність на підставі досліджень, проведених Ф. Майстером і В. Рурбергом для різного спектра частот, наводиться у табл. 2.11.

Дані табл. 2.11 свідчать про діючу ефективність поглинання зеленими насадженнями високочастотних звуків – шкідливе для людини.

Найбільший ефект зниження звуку досягається для діапазону високих частот. Зниження рівня транспортних та інших низькочастотних шумів зеленими насадженнями невелике. Погонна ефективність смуги з рядовою посадкою – 0,44 дБА/м. Під час застосування більш складних конструкцій зеленої смуги шумозахист може бути підвищено до 0,5 дБА/м і більше.

Таблиця 2.11

Питоме поглинання звуку зеленими насадженнями

Категорія зелених насаджень	Питоме поглинання звуку на 1 м погонної довжини при частоті, Гц					Середня величина зниження рівня шуму, дБА
	200-400	400-800	800-1600	1600-3200	3200-6400	
Сосна (крона)	0,08-0,11	0,13-0,15	0,14-0,15	0,16	0,19-0,20	0,15
Молодий сосновий ліс	0,10-0,11	0,10	0,10-0,15	0,10	0,14-0,20	0,15
Піхта (крона)	0,10-0,12	0,14-0,17	0,18	0,14-0,17	0,23-0,30	0,18
Густолистяний ліс	0,05	0,05-0,07	0,08-0,10	0,11-0,15	0,17-0,20	0,12-0,17
Щільна «жива огорожа»	0,13-0,15	0,17-0,25	0,18-0,35	0,20-0,40	0,30-1,5	0,25-0,35

Рекомендується поєднувати щільні деревно-чагарникові хвойно-листяні смуги висотою понад 5 м із суцільними шумозахисними екранами висотою більше 1 м. При цьому ефективність зеленої смуги значно підвищується за рахунок додаткових акустичних ефектів (ліквідація підкронового акустичного каналу, багатократне відбиття і поглинання звукових хвиль). Результати систематизації натурних і розрахункових оцінок ефективності смуг зелених насаджень залежно від їх ширини з 16-ти методичних і науково-технічних джерел зведені до графіку (рис. 2.25).



Рис. 2.25. Залежність зниження рівня шуму $dL.A.zel$ від ширини зеленої смуги в вегетативний та безлистий періоди

Зелені смуги достатньо ефективні щодо зниження рівня автотранспортних шумів як додаткові елементи в складі комплексного суцільного і зеленого екранів (суцільний екран та зелена смуга).

У цьому випадку рекомендується брати шумозахисну ефективність зеленої смуги:

$d.A_{nog} = 0,5$ дБА/м – при ширині смуги 10-60 м влітку;

$d.A_{nog} = 0,3$ дБА/м – при ширині смуги 20-60 м взимку.

Архітектурно-планувальні рішення й забудова

Розглядаючи містобудівні заходи щодо захисту міських територій від шуму, необхідно відзначити, що тільки застосування комплексу заходів починаючи від композиції забудови міста, житлового району або мікрорайону й до благоустрою даної території дозволить створити комфортні умови щодо шуму.

Основними містобудівними заходами щодо захисту від шуму є:

- 1) застосування раціональних прийомів забудови магістральних вулиць і шумозахисних будинків;
- 2) зниження рівня шуму самого джерела або його локалізація;
- 3) зниження рівня звуку на шляху його поширення;
- 4) збільшення відстані між джерелом шуму об'єктом, що захищається;
- 5) максимальне озеленення територій мікрорайонів і розподільних смуг;
- 6) використання рельєфу місцевості.

Планувальна структура сучасного міста, підкоряючись загальній просторовій організації, формується за урахування взаємозв'язку простору міста із загальною планувальною організацією території, зручного зв'язку всіх його функціональних зон і внутрішньозональних зв'язків. При цьому система вулиць і магістралей міста стає найбільш стійким елементом його структури, тому що вона визначає взаємодію всіх функцій і зв'язків. Вулиці й магістралі міста диференційовані за ступенем напруженості руху транспорту, розчленовують територію міста на так звані міжмагістральні території, що несуть різне призначення. На

сельбищній території вони утворять житлові райони, мікрорайони й інші комплекси, планувальна організація яких залежить від природно-кліматичних умов, функціонально-структурних і архітектурно-просторових факторів, а також від питань захисту від різного виду забруднень і, в тому числі, від шуму. Основною структурною одиницею тут є мікрорайон, що обмежується вулицями й магістралями різного призначення.

Для вирішення проблеми обмеження шумового впливу на територію мікрорайону планувальними елементами важливо знати вплив різних прийомів композицій його забудови на зашумленість території.

На рис. 2.26 показані принципові схеми забудови мікрорайону й характер зміни зашумленості території залежно від кількості шумового впливу з боку вулиць і магістралей.

Із цих схем видно, що досить часто зустрічається в містобудівній практиці периметральна суцільна або частково замкнута забудова – найбільш ефективна для захисту території мікрорайону від шуму. У сучасному містобудуванні намітилися тенденції до розкриття внутрішнього простору мікрорайону. А це певним чином вступає в протиріччя з умовою їхнього шумозахисту.

Найбільш сприятливі в акустичному відношенні, крім суцільної периметральної забудови, рішення, при яких житлові групи повністю ізолюються від проникнення транспортного шуму усередину забудови, приймаючи ламані, криволінійні, Г- і П-образні обриси в плані. Прикладами таких рішень можуть слугувати мікрорайони житлових масивів: Оболонь у Києві, Перемога в Дніпропетровську, Салтовский у Харкові.

У містобудівній практиці широко використовуються прийоми, коли в розривах між будинками уздовж магістралі влаштовують одно-, двоповерхові вставки із блоками первинного обслуговування або декоративні споруди захисного типу (Ленінградське шосе в Москві).

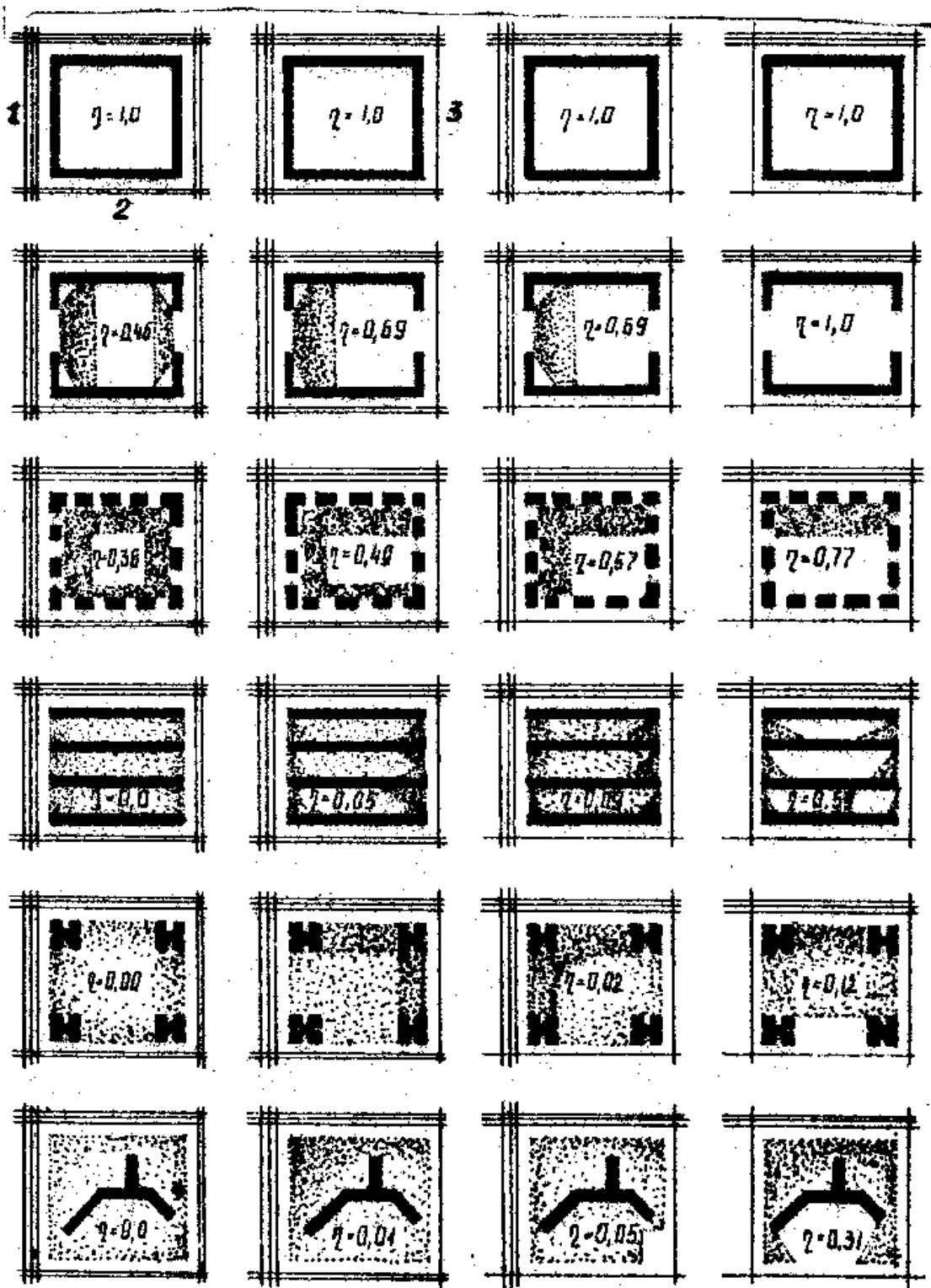


Рис. 2.26. Залежність ступеня комфортності по шумах від композиції забудови мікрорайону:

1 – магістралі загальноміського значення; 2 – магістралі районного значення; 3 – житлові вулиці

Слід також зазначити, що на шумовий режим мікрорайонів впливають система проїздів, тип розворотних площадок, розміщення гаражів для індивідуального транспорту. Наприклад, дослідженнями встановлено, що при кільцевий розворотній площині рівні звуку на 2-3 дБА нижче, ніж на трипелюстковій або прямокутній.

Шумозахисне зонування міжмагістральної території

На зашумленість міжмагістральної території (ММТ) впливають прийоми її планування й забудови.

Найбільш ефективним планувальним прийомом захисту від шуму є зонування ММТ, при якому поблизу транспортних магістралей розміщаються установи культурно-побутового обслуговування, комунальні підприємства, адміністративно-господарські установи. У зоні, більше віддаленій від транспортних магістралей, розміщаються основний житловий масив підвищеної поверховості, дитячі установи, школи й місця відпочинку (рис. 2.27).

Цей прийом дозволяє створювати територіальний розрив, що у сполученні з невисоким екраном і озелененням здатний забезпечити оптимальний шумовий режим на забудованій території.

Сприятливі в акустичному відношенні рішення, при яких житлові групи формуються з будинків ламаної, криволінійної конфігурації в плані.

У містобудівній практиці одержує широке поширення прийом, коли в розривах між будинками (що є каналами проникання шуму у внутрішній простір ММТ) першого ешелону влаштовують одно-, двоповерхові вставки у вигляді лоджій і балконів.

При кутовому розташуванні будинків використовують кутові й поворотні секції, що підвищують ефективність шумозахисту внутрішньої території забудови.

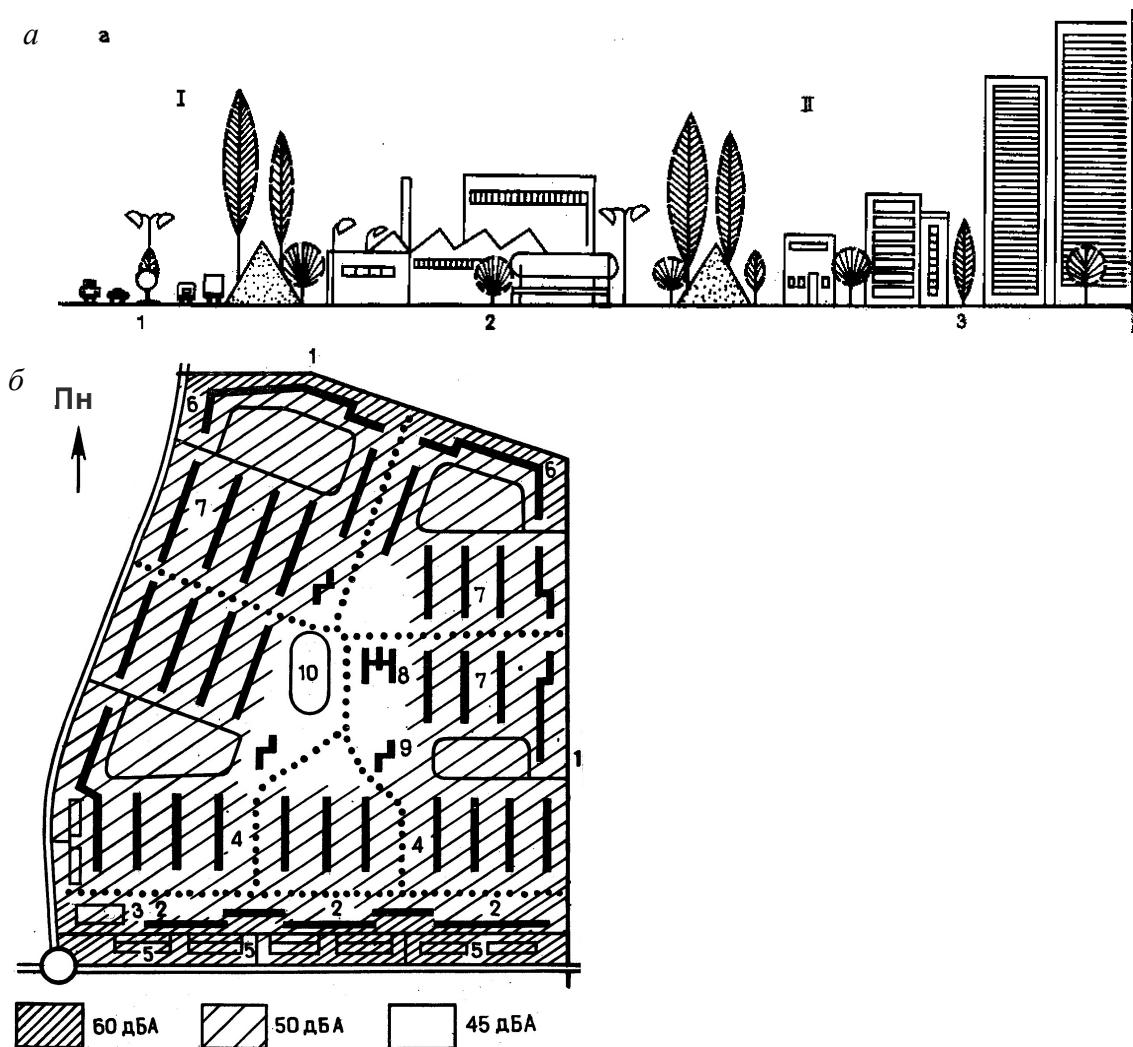
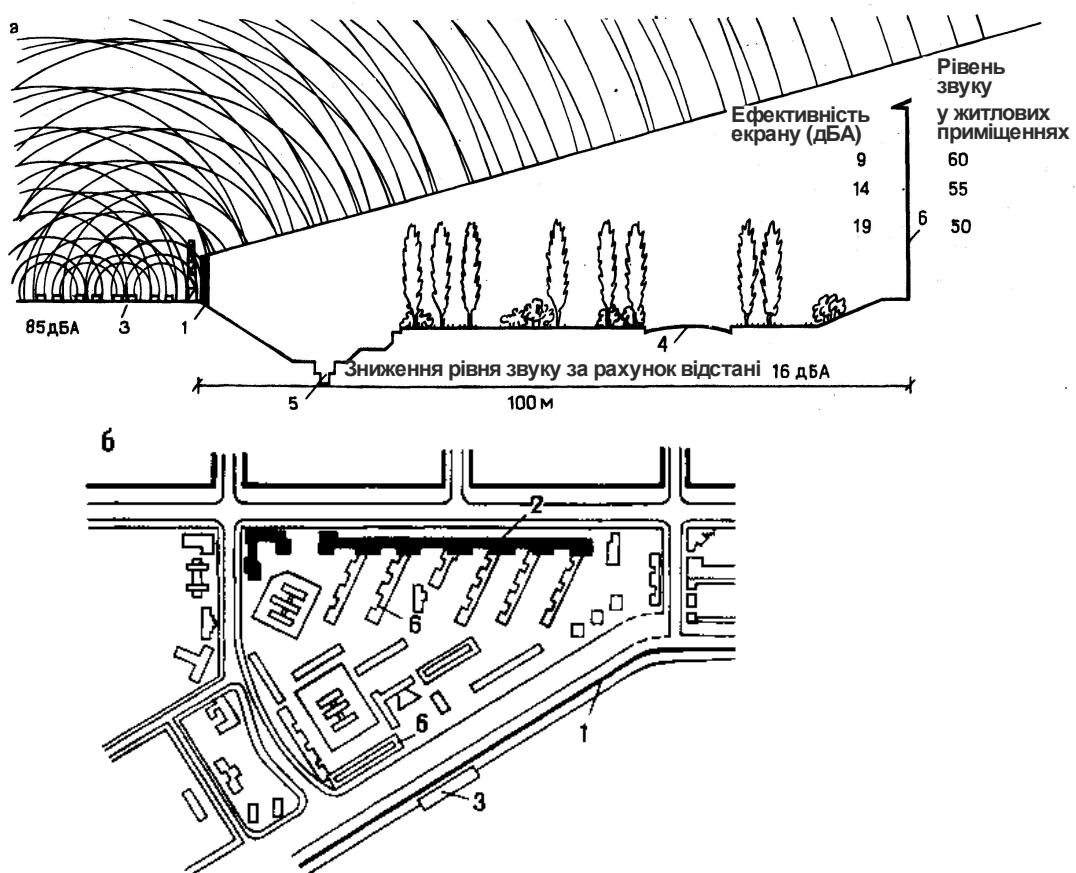


Рис. 2.27. Зонування міжмагістральних територій з метою шумозахисту:
 а – схема зонування примагістральної території (Франція): I, II – пояси захисту від шуму, що включають земляний кавальєр; 1 – джерело шуму; 2 – нешкідливі промислові підприємства й установи, обслуговуючі населення; 3 – житлова забудова, що зонована за поверховістю й з однобічною орієнтацією житлових кімнат; б – зонування мікрорайону для забезпечення нормативних рівнів звуку на об'єктах різного функціонального призначення: 1 – джерело транспортного шуму; 2 – екрануючі будинки нежитлового призначення; 3 – торговий центр; 4 – пішохідні алеї; 5 – відкриті автостоянки; 6 – будинки з однобічною орієнтацією житлових приміщень; 7 – житлові будинки масової забудови; 8 – школи; 9 – дитячі дошкільні установи; 10 – зона спортивних споруд

Під час використання прийомів рядкової забудови на магістралях між торцями будинків, звернених у бік проїзної частини, улаштовують споруди, що екранують розповсюдження шуму у внутрішньоквартальний простір (магазини, будинки нежитлового призначення, стіни-козирки, шумозахисні смуги озеленення й т.д.).

При різноповерховій забудові ММТ визнається ефективним, з позицій шумозахисту, принцип поступового нарощування поверховості житлових будинків у глибину ММТ. При досить великій площі ММТ (понад 20 га) іноді доцільно відносити лінію забудови на 50 м і далі від проїзної частини вулиць і доріг, збільшуючи тим самим щільність забудови в центральній частині ММТ. Цей прийом дозволяє створювати територіальний розрив, що у сполученні з невисоким екраном і озелененням здатний забезпечити оптимальний шумовий режим на забудованій території.

На рис. 2.28 показаний шумозахист житлового району, який примикає до міської вулиці й залізничної магістралі, що здійснений за допомогою залізобетонної стінки висотою 6 м і безперервної забудови магазинами.



Прикладом планування й забудови житлового комплексу, розташованого уздовж залізничної й автомобільної магістралей, що характеризуються високим рівнем шуму, є мікрорайон Бутирський хутір у Москві (рис. 2.29).

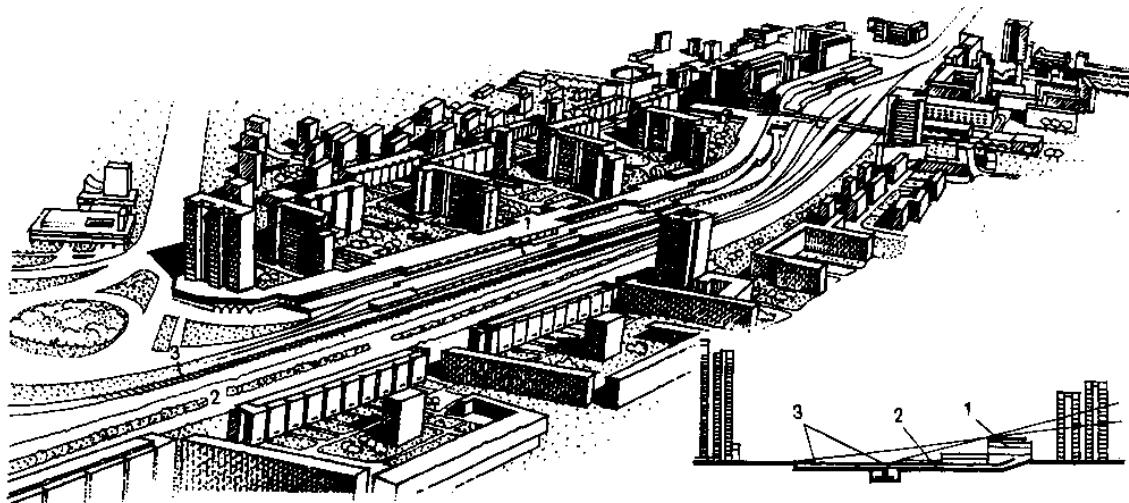


Рис. 2.29. Шумозахист житлового району за допомогою протяжної еспланади:
1 – безперервний екран (еспланада) з будинків нежитлового призначення
(автостоянок та ін.); 2 – шосе; 3 – залізниця

Тут передбачено створення шумозахисного екрана уздовж магістралі у вигляді безперервної споруди висотою 8-10 м, що включає будинки обслуговування (магазини, кафе, ресторани й т.д.), гаражі, автомобільні стоянки, підземні переходи, тротуари. Житлова забудова при цьому зонована за поверховістю: з меншим числом поверхів - ближче до магістралі, більше висока – далі.

Спеціальні типи будинків

Сучасна магістральна вулиця є джерелом підвищених (80 і більше дБА) рівнів шуму. Зсув лінії забудови в таких випадках, як було показано раніше, неекономічний, тому що втрачаються значні площині й знижується щільність житлового фонду мікрорайону. Тому червона лінія забудови береться звичайно в 15-20 м від проїзної частини. З огляду на слабку звукоізолюючу здатність конструкцій, що обгороджують, сучасних будинків і їхнє планування, неважко визначити, що їхні житлові приміщення перебувають у

дискомфортних умовах. Потрібні будинки, здатні захистити мешканців від шуму.

Багато вчених і фахівців-містобудівників займаються в цей час розробкою так званих шумозахищених і шумозахисних будинків.

Шумозахищеним вважають такий будинок, у якому акустичний комфорт всіх приміщень досягається за рахунок збільшення звукоізолюючої здатності конструкцій, що обгороджують, у першу чергу віконних і дверних блоків, до необхідної величини.

Шумозахисним варто вважати такий будинок, у якому планувальне рішення дозволяє домогтися акустичного комфорту лише в житлових і спальних кімнатах. У такому будинку у бік джерела шуму віднесені переважно кімнати денного перебування, сходово-ліftові вузли та інші підсобні приміщення.

Форма в плані та розташування шумозахищених будинків визначається за критерієм мінімізації рівня шуму¹. Певний шумозахист забезпечує вигнута форма будівлі, виступи під вікнами. Вікна загальних кімнат, кухонь-столових, сходових кліток, веранд і галерей повинні бути орієнтовані в бік дворового простору, спалень і деяких житлових кімнат – у бік вулиць.

У полі шумозахищених використовували також перероблені секції типових житлових будинків, наприклад, 87 серії². Приміщення поділяються на незахищену (кімната, кухня тощо) і шумозахищену (спальні кімнати тощо) зону в глибині квартири. (рис. 2.30).

¹ Конструкції шумозахищених будівель, їх численні варіанти (секційні, галерейні тощо) розроблені АТ «Київпроект» для розміщення з різних боків вулиць.

² Перший в Україні шумозахищений будинок було зведенено у Києві в 1980 р.

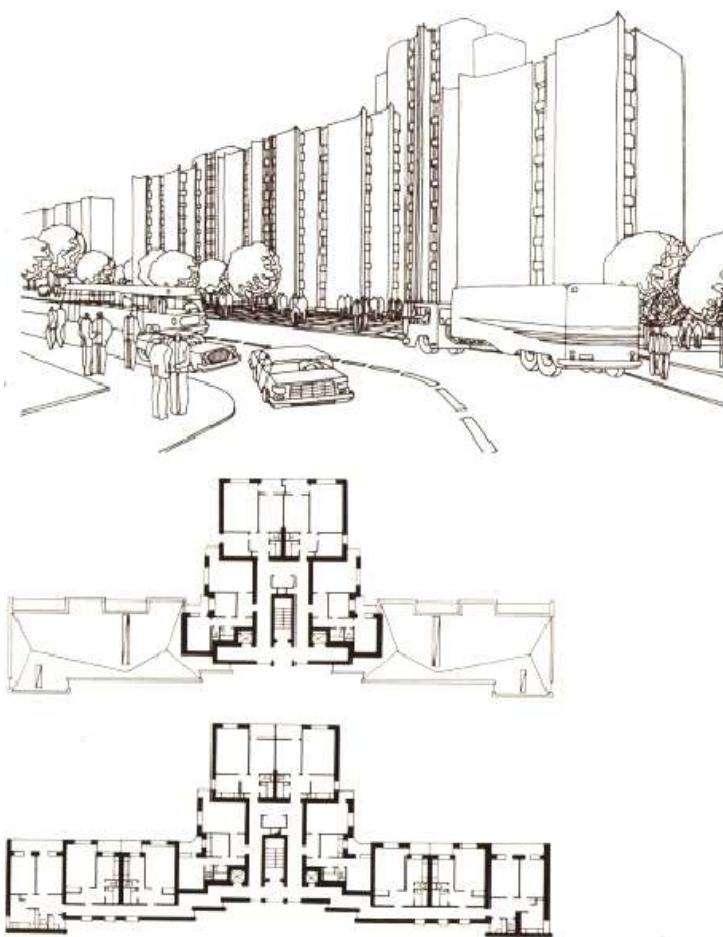


Рис. 2.30. Шумозахисний будинок побудований у м. Києві на вул. Саксаганського у 1980 р. (архітектори: Н. Бруштінська, В. Шарапов, інженер Я. Шамес)

У цьому будинку всі вікна виходять у дворовий простір, на торець виходять лише вікна ванних та кухонь торцевих квартир, за рахунок чого досягається додаткова шумова ізоляція квартир.

Необхідно відзначити, що вікна й балконні двері займають до 30% площині фасаду будинку і є найбільш уразливим місцем для проникнення шуму в житлові кімнати. Як показують практика й результати досліджень величина звукоізоляції вікна залежить від його конструкції, товщини й кількості стекла, якості виконання робіт і інших факторів.

Застосування шумозахисних вентиляційних вікон попереджає пряме проходження звукових хвиль, але пропускає повітря. Ефективність шумозахисту вентиляційних конструкцій в окремих

випадках становить: для автотранспорту $K_A=18...29$ дБА; $L.A_{екв}=23...34$ дБА; для рейкового транспорту $K_A=18...31$ дБА; $L.A_{екв}=23...36$ дБА.

Поширення отримали вікна на основі синтезованого з нафтопродуктів полівінілхлориду. Однокамерний 24-мм склопакет знижує рівень шуму на 20...25 дБА, двокамерний – на 40...42 дБА . У кімнатах із суцільним склінням рекомендується крім природної вентиляції застосовувати кондиціонерні установки.

Екранування забудовою шуму

За забудовою рівень шуму суттєво знижується. У загальному випадку розрахунок шумозахисту будівлею може здійснюватися як і для суцільного екрана обмеженої довжини (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Зниження вуличного шуму забудовою

Типи екрануючих споруд	Шумозахист, дБА
периметральна 16-поверхова суцільна	27...36
периметральна 9-поверхова – суцільна / з арками	20...30 / 5...20
вільна забудова без озеленення на відстані 80 м	12...18

На дорогах з двобічною забудовою перед будинками може мати місце підвищення рівня шуму до +10 дБА за рахунок багаторазового відбивання звукових хвиль. Коригуючі виправлення щодо впливу розривів між торцями будівель наведені у табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Коригуючі виправлення щодо впливу розривів між торцями будівель по лінії забудови на вуличний шум, дБА

Ширина вулиці (м) при двосторонній забудові	Розрив між торцями будівель, м			
	<10	10...20	20...30	>30
10...20	+ 7	+ 6	+ 5	+ 4
20...30	+ 5	+ 4	+ 3	+ 2
30...40	+ 3	+ 2	+ 2	+ 1
40...50	+ 1	+ 1	+ 1	0
Відстань до бровки (м) при односто- ронній забудові	Розрив між торцями будівель, м			
	<10	10...20	20...30	>30
6...12	+ 3	+ 3	+ 2	+ 1
12...25	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1
25...40	+ 1	+ 1	-	-

Зниження рівня шуму самого джерела або його локалізація

Зменшення інтенсивності потоків

Зниження рівня шуму самого джерела або його локалізацію можливо здійснювати за рахунок зменшення інтенсивності транспортних потоків, технічного удосконалення конструкцій двигунів автомобілів, використання нових видів транспортного палива, переходу до нових видів транспортних систем.

Як відомо, рівень шуму автотранспортних потоків значною мірою зумовлено інтенсивністю руху. Інтенсивність руху на вулицях міста визначається розміром автомобільного парку. Між цими показниками існує пропорційна залежність. Згідно існуючої тенденції зростання автомобільного парку – інтенсивність руху буде стабільно підвищуватись, що буде приводити до стабільного підвищення рівня шуму (за окремими оцінками таке підвищення – може сягати 0,26- 0,3 дБА рік для найзначніших міст (Київ)).

Спроби обмеження інтенсивності руху автотранспорту адміністративними засобами, як правило, себе не виправдовують.

Наприклад, непопулярним виявився муніципальний дозвіл користування легковими автомобілями лише через добу, як це мало місце в Неаполі. Неухильне зростання рівня міського шуму потребує впровадження виваженої системи містобудівних заходів.

Технічне уdosконалення конструкцій двигунів, використання нових видів палива, оцінка можливості переходу до нових видів транспортних систем

За існуючого технологічного рівня можливості подальшої модифікації транспортних засобів щодо зниження шуму наближаються до своєї межі.

Зниження шуму двигуна не може розглядатися як пріоритетний захід на перспективу. Оскільки при підвищенні швидкості руху домінуючим джерелом шуму стає не двигун, а зона контакту коліс із покриттям¹. Має місце зростання шуму вуличних потоків автотранспорту біля 0,3 дБА за рік за рахунок приросту їхньої інтенсивності.

Оцінка можливостей переходу до нових видів транспортних систем

Одним з головних напрямів у пошуках технічних засобів зниження негативних впливів існуючих видів транспорту на навколишнє середовище є перехід до нових, відносно малотоксичних видів палива: дизелізація вантажних і легкових автомобілів, використання різних видів добавок до бензину й освоєння газобалонних автомобілів, що є по суті малотоксичними.

Значна увага приділяється вдосконалюванню конструктивних рішень існуючих типів транспортних засобів, спрямованих на зниження їхньої гучності, рівнів вібрації й т.д., а також розробці нових систем міського транспорту.

Нові системи міського транспорту створюються не тільки на основі вже існуючих транспортних засобів, але й на принципово новій технічній основі. Значний інтерес становлять нові способи

¹ На 1-2 швидкості домінує шум двигуна, а на 3-4 шум від взаємодії коліс та покриття.

організації руху легкових автомобілів і невеликих автобусів, швидкісні залізниці, а також системи монорейкового транспорту.

Існуючі види невуличного транспорту (швидкісний трамвай, метрополітен, внутрішньоміські дільниці залізниць) найближчим часом повинні отримати новий розвиток. Траси рейкового транспорту при цьому повинні прокладатися винятково поза проїзною частиною міських вулиць, в основному на спеціально виділеному полотні, і трасуватися по незабудованих територіях, а також у тунелях, виїмках, на естакадах. Всі ці заходи дозволяють знизити негативний вплив транспорту на навколишнє міське середовище.

У світі розроблені пошукові проекти монорейкових доріг, створені їх перші дослідні зразки. Однак широке будування доріг такого типу поки ще залишається справою майбутнього. Гігієнічні параметри цього виду транспорту в цілому сприятливі (характеризуються припустимими показниками по шуму, забрудненню атмосфери й ін.). Невеликі екіпажі на магнітній подушці можуть бути призначені й для внутрішньоміських перевезень, вони забезпечені двома сильними магнітами, під покриттям дороги розташовуються смугові електромагніти. Принцип керування рухом заснований на зміні сили струму в електромагнітах.

Зниження рівня звуку на шляху його поширення

Застосування малошумного дорожнього покриття

Шорсткість покриття дорожнього полотна впливає на рівень шуму і враховується відповідною поправкою (табл. 2.13).

Загальний вплив шорсткості асфальтобетону без спеціальних домішок не перевищує 5 дБА. Застосування спеціальних домішок до матеріалу покриття дозволяє знизити рівень шуму на 5...6 дБА¹.

¹ За кордоном (Швеція, Японія) та в Україні (УТУ) розроблені малошумні покриття з домішками гумової крихти, виробництво яких вимагає дуже точного дотримання технологій.

Таблиця 2.13

Виправлення до оцінки рівня шуму залежно від якості асфальтобетонного (а/б) і цементобетонного (ц/б) покриття дорожнього полотна

Покриття – асфальтобетон (а/б) або цементобетон (ц/б)	$L.A_{екв}$, дБА
а/б гладке ліття (еталонний рівень)	0
а/б дрібнозернисте	+ 2,5
ц/б без поперечних швів	+ 4,5
а/б з поверхневим опрацюванням щебінкою 5...15 мм	+ 4,5
ц/б з поперечними швами	+ 5,0
а/б з поверхневим опрацюванням	+ 9,5
а/б з поверхневим опрацюванням щебінкою 20...40 мм	+ 11,0

Загальне зниження рівня звуку на шляху його поширення на території у точках, розташованих на найкоротших відстанях від джерела шуму, визначається за формулою:

$$\gamma = L.A_{екв.don} - L.A_{екв} + A_1 + A_2 + A_3 + A_4, \quad (2.10)$$

де γ — критерій оцінки умов акустичного комфорту;

$L.A_{екв.don}$ — припустимий рівень звуку на об'єкті, що захищають;

$L.A_{екв}$ — розрахунковий рівень шуму джерела на стандартній відстані (звичайно 7,5 м);

A_1 — зниження шуму в повітряному приземному просторі від $1_{A_{екв}}$ як функції відстані й типу поверхні землі (зниження шуму при поглинанні повітрям, покривом території, зниження шуму з відстанню);

A_2 — зниження шуму за наявності на шляху його поширення бар'єрів-екранів;

A_3 — зниження шуму за наявності шумозахисних зелених насаджень;

A_4 — зниження шуму за рахунок звукоізоляції віконних прорізів.

Зниженням рівня шуму при поглинанні повітрям здійснюється за рахунок переходу енергії звукових коливань часток повітря в теплову енергію на певній відстані (рис.2.31).

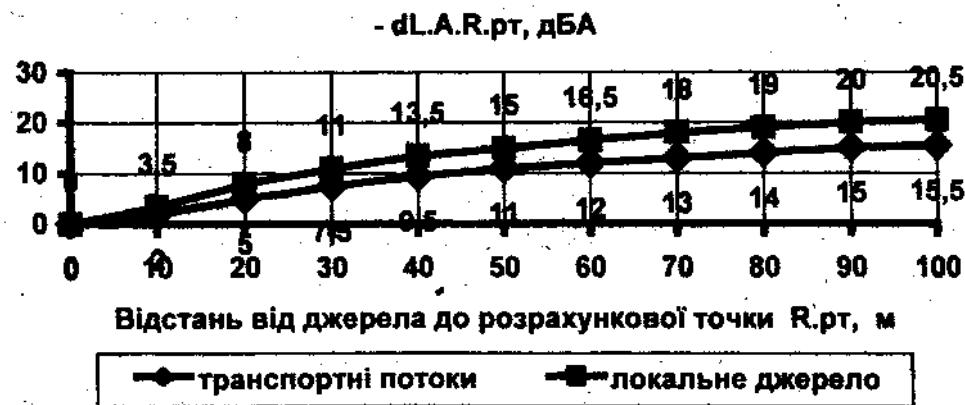


Рис. 2.31. Орієнтовна оцінка зниження рівня шуму з відстанню за рахунок розходження звукових хвиль у просторі

Зниження шуму при поглинанні акустично м'яким покривом території (газоном, рихлим ґрунтом, чагарником) визначається за формулами (2.11):

$$dL_{A.nok} = 61g \frac{\kappa_{nok1}^2}{1 + 0,01\kappa_{nok1}^2} \quad \text{при } \kappa_{nok1} > 1,0; \quad (2.11,a)$$

$$dL_{A.nok} = 0 \quad \text{при } \kappa_{nok1} < 1,0; \quad (2.11,b)$$

$$\kappa_{nok1} = \frac{0,14 \cdot I_{np}^{-0,3H_{дж}}}{H_{pm}}, \quad (2.11,b)$$

де $dL_{A.nok}$ – зниження рівня шуму акустично м'яким покривом, дБА;

I_{np} – проекція відстані H_{pm} на обмежуючу площину, м;

H_{pm} – висота РТ над поверхнею землі, м;

$H_{дж}$ – висота джерела шуму Д над поверхнею землі; м;

κ_{nok1} – коефіцієнт поглинання звуку покриттям: 1,4...1,2 – дерева, кущі; 1,1...1,0 – газон; 1,0...0,9 – земля; 0,9...0,8 – асфальт, лід, вода.

Споруди-екрані

Залежно від містобудівної ситуації й архітектурно-планувального рішення застосовують інженерно-технічні засоби шумозахисту у вигляді стінок-екранів, насипів, укосів, тунелів та ін.

Ефективним засобом захисту житлових будинків і сельбищних територій від міських джерел шуму є шумозахисні споруди-екрані у вигляді стінок, вишок, земляних кавальєрів, споруд і будинків нежитлового призначення, а також сполучення деяких з них.

До умов, що впливають на вибір екранів, відносяться:

- 1) характер забудови, її щільність і поверховість;
- 2) особливості рельєфу;
- 3) необхідність спорудження об'єктів КПО, гаражів, складів та інших будинків нежитлового призначення;
- 4) можливість використання місцевих матеріалів;
- 5) фактори загазованості, аерації й інсоляції житлової забудови;
- 6) необхідність устрою проїздів і проходів;
- 7) можливість використання екранів в інших цілях у цей час і в перспективі.

Конструктивні рішення екранів, їхній архітектурно-художній вигляд залежать від багатьох факторів і мають як позитивні, так і негативні сторони. Основними вимогами до екрана, крім естетичних, є його здатність поглинати або відбивати звукову енергію, економічність і логічність розміщення в планувальній структурі даної території.

За умов нового будівництва як пришляхові екрані застосовують: укоси, виїмки, підвищення рельєфу місцевості або спеціальні земляні вали – кавальєри, які відсипають із ґрунту котлованів будинків і корит замощень проїздів (рис. 2.32).

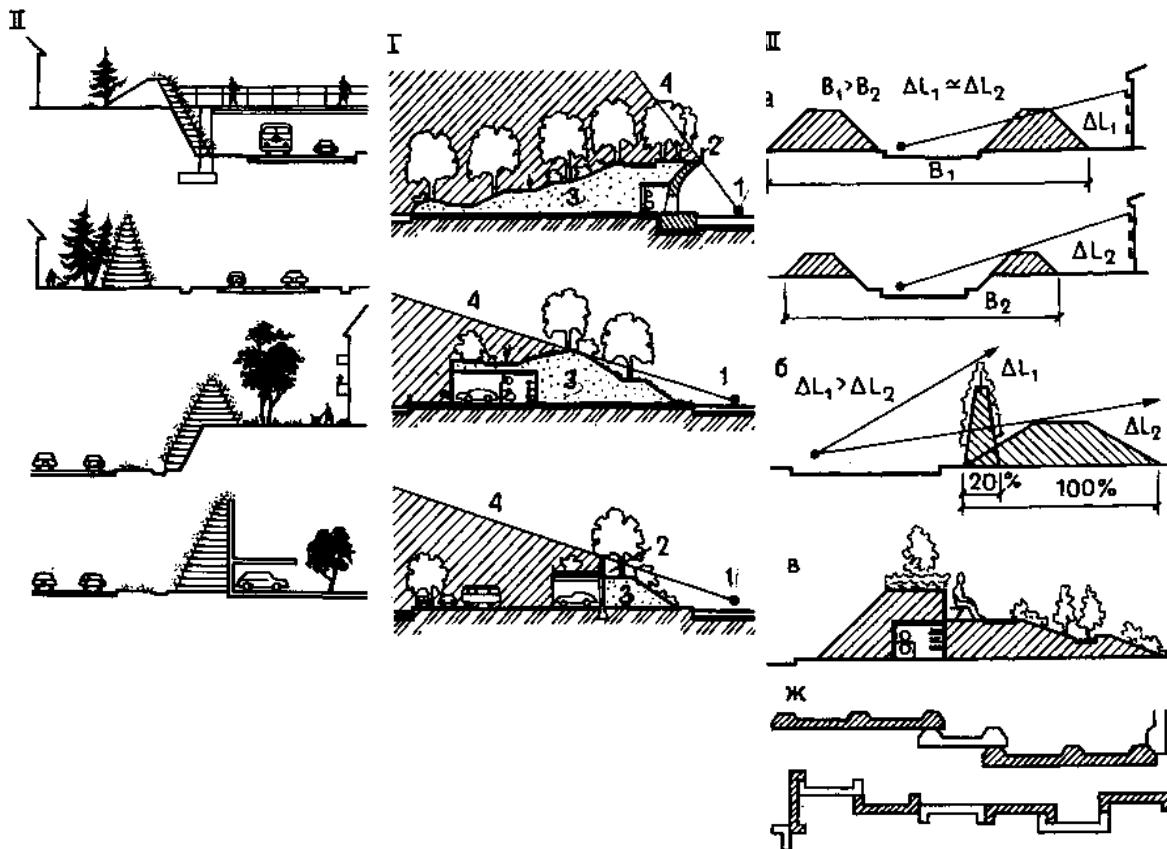


Рис. 2.32. Пришляхові екрануючі споруди:

I – Варіанти пришляхових екрануючих споруд. 1 – джерело шуму; 2 – шумозахисна стінка із залізобетону; 3 – насипний ґрунт (насип, кавальєр); 4 – межа звукової тіні;

II – Варіанти пришляхових екрануючих споруд, з готових збірно-роздірних елементів, заповнених ґрунтом;

III – Шумозахисні екрануючі споруди. а, б, в – земляні вали (кавальєри); г, д – східчасті насипи; е – розрізи й плани деяких жардиньєрів; ж – рельєфні й П-образні форми блоків для збірних екранів

Земляні кавальєри різної висоти в сполученні із зеленими насадженнями застосовують досить часто. Зайвий ґрунт, що утворюється під час будівництва житлових районів і автострад, краще використовувати для відсыпання кавальєрів, ніж перевозити на десятки кілометрів. В обсязі кавальєру можна розташувати гараж, колектор і т.д. Крутість закладання прямих укосів 1:1–1:2, зворотних – 1:5–1:10. Зворотні укоси озеленяють. Їх можна використовувати для пішохідних доріжок, площацок відпочинку тощо.

Земляний кавальєр займає значну площину в плані. Його можна застосовувати за наявності вільної території в смузі між проїзною частиною й об'єктом захисту.

Мало місця вимагають так звані східчасті насипи або жардиньєри. Такі екрани складаються, як правило, з опорних рам А-образної форми, встановлених через 2-5 м уздовж проїзної частини. Рами з'єднують за допомогою плит, що утворюють полиці, на які насыпають землю для посадки рослин.

За відсутності вільних територій з метою шумозахисту застосовують екрани-стінки, які одержали велике поширення за кордоном. Екрани-стінки виготовляють з різноманітних матеріалів (залізобетону, сталі, алюмінію, пластмас та ін.) і різних систем. Під час проектування споруд-екранів передбачається їхнє багатоцільове призначення (крім шумозахисту вони можуть бути опорами для підземних пішохідних переходів або використовуватися як реклама й т.п.).

Перспективне застосування уздовж магістралей спеціальних типів житлових будинків, що виконують роль шумозахисних екранів. Такий будинок, як правило, має значну довжину й може захищати собою від шуму цілий мікрорайон (рис. 2.33).

Зниження рівня шуму екраном за прийнятою для нього висотою й довжиною розраховують згідно з 9.31 ДБН Б.2.4-1-94 п. 10.14 і 10.15 після побудови відповідних розрахункових схем.

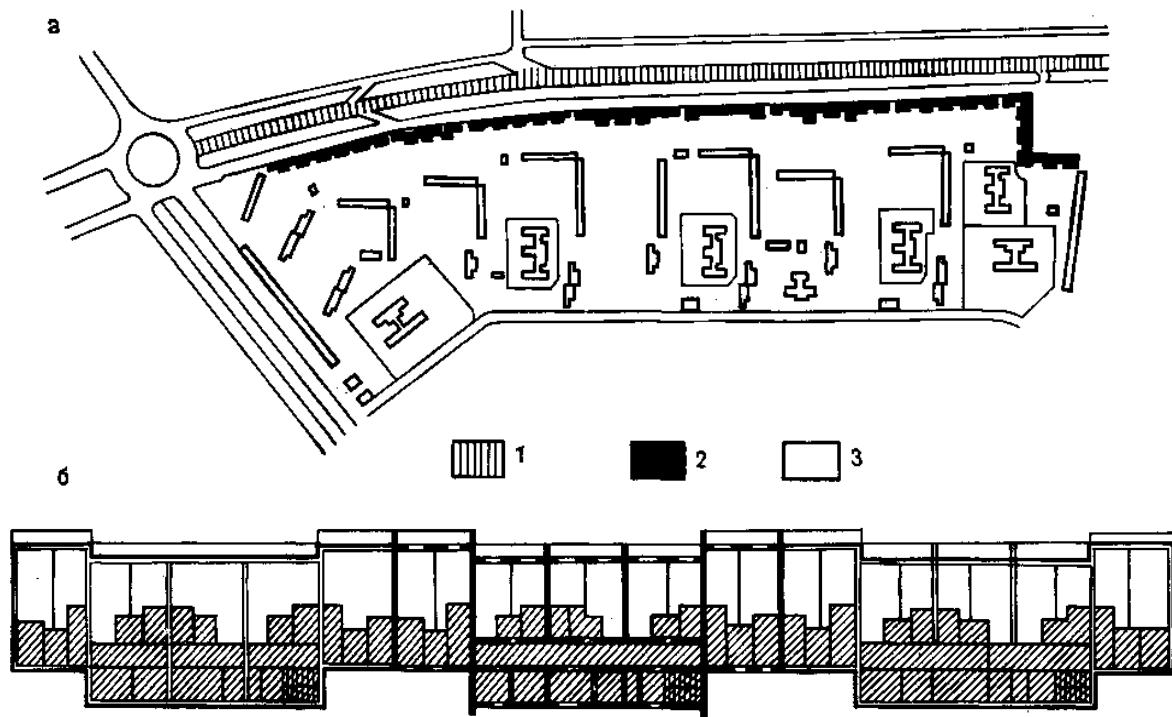


Рис.2.33. Шумозахисний будинок (проект):

а – забудова мікрорайону Відрядний; *б* – типова блок-секція шумозахисного будинку (заштриховані приміщення, звернені у бік магістралі): 1 – транспортна магістраль з високим еквівалентним рівнем звуку; 2 – шумозахисний будинок; 3 – житлові й громадські будинки розташовані в зоні акустичного комфорту

Шумозахисні суцільні споруди-екрани

Оцінки зниження рівня шуму суцільними екранами та будівлями за рахунок відбиття та поглинання звуку подані в нормативних документах. Як шумозахисні екрани рекомендується використовувати елементи рельєфу (виймки, ґрутові кавальєри, насипи, пагорби тощо), а також будівлі й споруди з менш жорсткими, ніж у запроектованого об'єкта, допустимими рівнями шуму. Ефективність суцільних екранів оцінюється за 9.31 ДБН Б.2.4-1-94, при цьому екрани вздовж магістралей мають особливості, які розглянуті нижче.

Висота та розміщення суцільного екрана

Відбиття звукових хвиль від екрана відбувається за умови, що його висота більша довжини звукових хвиль $H_{ekr} > \lambda = C/f$, де

λ – довжина звукових хвиль, м; C – швидкість звукових хвиль у повітрі (біля 340 м/с); f – частота звукових коливань, Гц.

Для ефективного екранування низьких частот потрібна споруда заввишки понад 10 м, однак ефективними екранами стають вже при висоті 1 м. Екрани слід встановлювати ближче до краю проїзджої частини за критерієм шумозахисту. Шумозахисні стіни встановлюються вздовж житлової забудови за можливістю без розривів із поступовим зменшенням висоти на кінцях для усунення аеродинамічних ефектів.

Маса та матеріал суцільного екрана

У світовій практиці, частіше за інші, використовуються екрани із щільністю матеріалів 8...19 кг/м³. Рекомендовано застосування плит із мінерального волокна або скловолокна завтовшки 5 см. Застосовується бетон, азбоцемент, скло, метал, пластик, дерево. Зокрема відкриті ділянки метрополітену доцільно огорожувати залізобетонними екранами.

Екрани із звукопоглинаючих матеріалів за даними натурних вимірювань на 2...3 дБА ефективніші стін із звуковідбиттям, які можуть призводити до посилення шуму на дорозі. Ефект може бути усуний застосуванням зігнутих або нахилених стін-екранів, але вони нетипові і потребують більшої площини. У якості звукопоглинаючих використовують волокнисті матеріали мінерального походження (мінеральна вата, скловолокно). Непридатні для екранів спінені матеріали з полімерів із замкнутими порами (спінений полістирол і т.п.), які відбивають більше енергії, ніж одержують.

Рекомендується фарбувати екрани в близькі до природних позитивні кольори (зелені, жовті, коричневі). Фарбований екран повинен забезпечувати ефекти контрасту й не створювати враження монотонності. З боку дороги застосовують спокійні кольори, з боку житлової забудови – більш яскраві.

Зниження шуму спорудою обмеженої довжини

Визначити відносне зниження рівнів звуку спорудами-екранами, A_2 . Для рішення завдання необхідно:

Накреслити в довільному масштабі схему розташування джерела шуму, екрана й розрахункової точки згідно зі схемою рис. 2.34.

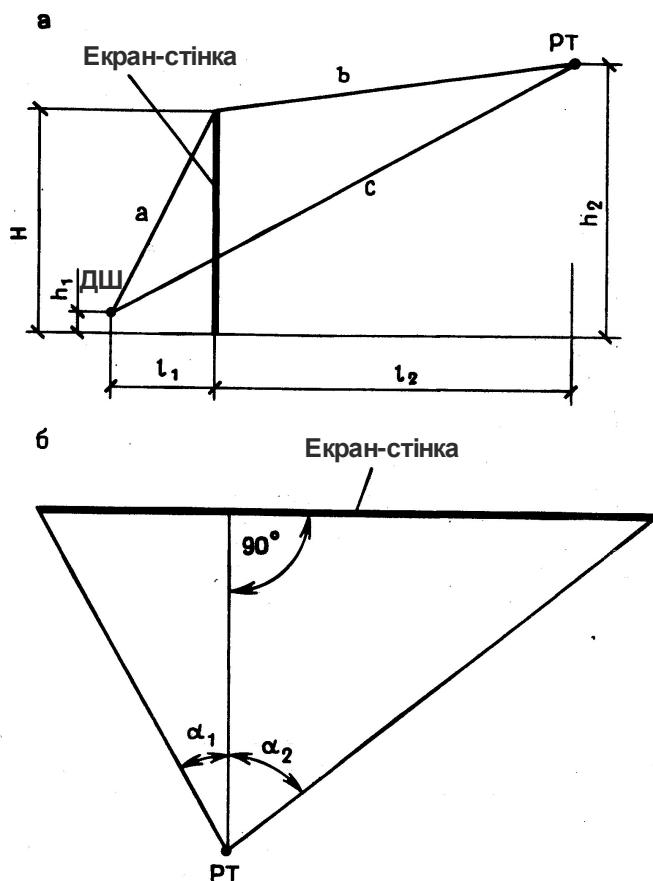


Рис. 2.34. Розрахункова схема для визначення ефективності зниження шуму екраном-стінкою: а – розріз; б – план

Транспортні засоби рекомендується зображувати точкою, узятої по осі, найбільш віддаленої від точки розрахунку, смуги або колії руху на висоті 1 м від поверхні проїзної частини вулиці або рівня головки рейки.

У випадку, коли джерелом шуму є трансформатор, вентиляційна установка або інші промислові джерела, на схемі варто показати геометричний центр джерела шуму. Спортивні

майданчики й інші об'єкти, на яких шум створюється безпосередньо людиною, джерело зображується точкою, взятою в центрі зони переміщення людей на висоті 1,5 м від поверхні землі. Розрахункові точки визначаються на рівні середини вікон будинку, що захищають від шуму, на відстані 2 м від його фасаду або на рівні 1,5 м від поверхні землі.

Під час екранування джерел шуму будинками, насипами або виїмками значення різниці довжин шляхів проходження звукових променів визначається за розрахунковими схемами (рис. 2.35).

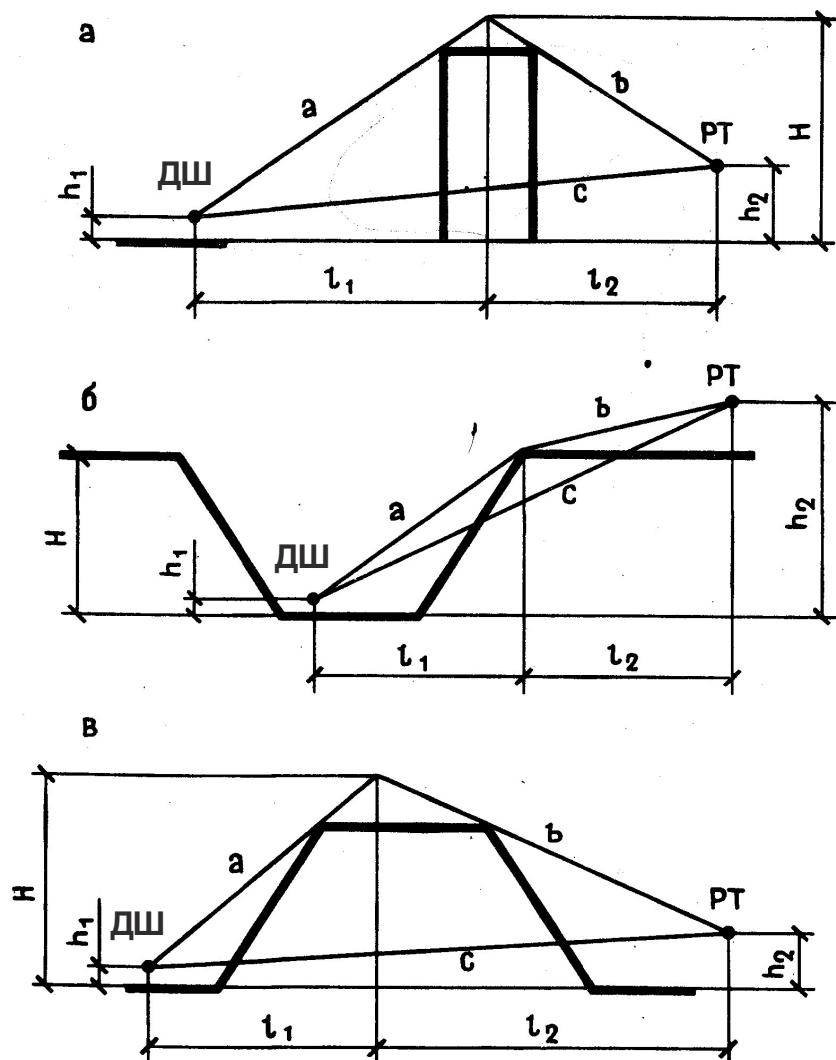


Рис. 2.35. Розрахункові схеми для визначення різниці ходу звукових променів під час екранування джерел шуму:
а – будинками; б – виїмками; в – насипами

Різниця довжин шляхів проходження звукових променів під час екранування джерел шуму будинками, насипами або виїмками визначається у такій послідовності:

– з'єднати вершину екрана із джерелом шуму ДШ і розрахунковою точкою РТ відповідно прямими лініями а і в;

– визначити графічно довжину прямих ліній a , b , c (м) (2.12).

Для одержання більш точних результатів рекомендується користуватися формулами:

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{l_1^2 + (H - h_1)^2}; \\ b &= \sqrt{l_2^2 + (H - h_2)^2} \text{ при } (H > h_2); \\ b &= \sqrt{l_2^2 + (h_2 - H)^2} \text{ при } (h_2 > H); \\ c &= \sqrt{(l_1 + l_2)^2 + (h_2 - h_1)^2}, \end{aligned} \quad (2.12)$$

де l_1 , l_2 , $l_1 + l_2$ – проекції відстаней a , b , c (м); h_1 , h_2 , H – відповідно висота джерела шуму, розрахункової точки й екрана, м.

Визначити різницю довжин шляхів проходження звукових променів δ (м) за формулою (2.13):

$$\delta = (a + b) - c. \quad (2.13)$$

Залежно від величини δ і виду джерела шуму за допомогою рис. 2.36 необхідно визначити величину відносного зниження рівня звуку екраном необмеженої довжини A_{2B} .

Для екрана кінцевої довжини при лінійному джерелі шуму розрахунок рекомендується продовжити в такому порядку:

– накреслити в довільному масштабі схему розташування екрана й розрахункової точки РТ у плані відповідно до схеми (рис. 2.34, б);

– з'єднати прямыми лініями розрахункову точку РТ з краями екрана, опустити перпендикуляр з розрахункової точки на екран і визначити кути α_1 й α_2 між перпендикуляром і прямыми лініями, що з'єднують розрахункову точку з краями екрана.

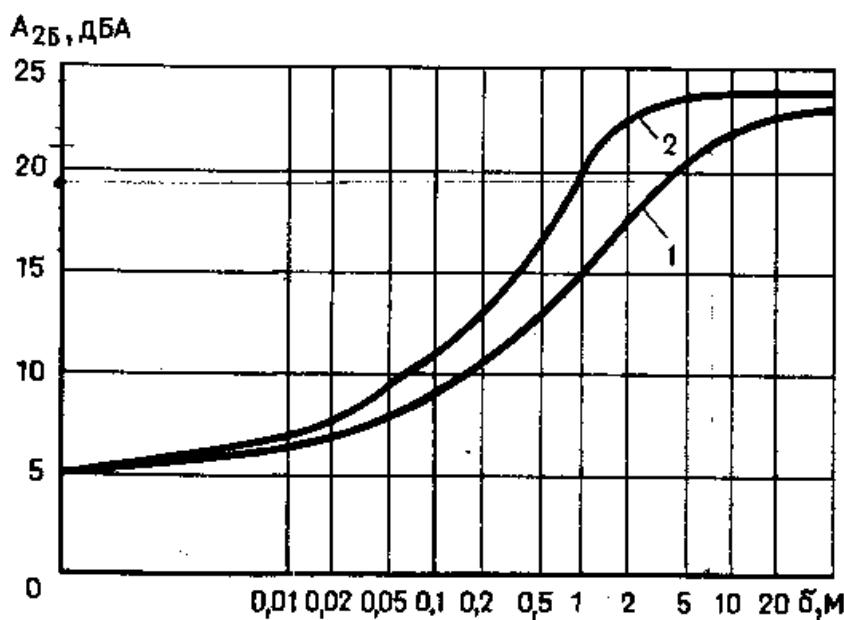


Рис.2.36. Графіки для визначення зниження рівнів звуку екраном, дБА, залежно від різниці довжин шляхів звукового променя:

1 – автотранспортні потоки й залізничні поїзди;
2 – точкові джерела шуму: трансформатори, компресорні станції, майданчики для спортивних і дитячих ігор і т.д.

Залежно від величини A_{2B} і кутів α_1 і α_2 визначити величини зниження рівня звуку екраном $\Delta L_{\text{екра}1}$ і $\Delta L_{\text{екра}2}$ за табл. 2.14.

Таблиця 2.14

Зниження рівня звуку екраном залежно від кутів

A_{2B} , дБА	Величина зниження рівня звуку екраном, дБА, залежно від кутів α , град.								
	45	50	55	60	65	70	75	80	85
6	1,2	1,7	2,3	3	3,8	4,5	5,1	5,7	6
8	1,7	2,3	3	4	4,8	5,6	6,5	7,4	8
10	2,2	2,9	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	9	10
12	2,4	3,1	4	5,1	6,2	7,5	8,8	10,2	11,7
14	2,6	3,4	4,3	5,4	6,7	8,1	9,7	11,5	13,3
16	2,8	3,6	4,5	5,7	7	8,6	10,4	12,4	15
18	2,9	3,7	4,7	5,9	7,3	9	10,8	13	16,8
20	3,2	3,9	4,9	6,1	7,6	9,4	11,3	13,7	19,7
22	3,3	4,1	5,1	6,3	7,9	9,8	11,9	14,5	20,7
24	3,5	4,3	5,8	6,5	8,1	10,2	12,6	15,4	22,6

Визначити різницю між величинами $\Delta L_{\text{екра1}}$ й $\Delta L_{\text{екра2}}$. Залежно від цієї різниці визначити за табл. 2.15 виправлення W .

Таблиця 2.15

Величина виправлення, W

Різниця між $\Delta L_{\text{екра1}}$ і $\Delta L_{\text{екра2}}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Виправлення W , дБА	0	0,8	1,5	2	2,4	2,6	2,8	2,9	3

Величину відносного зниження рівня звуку екраном обмеженої довжини у випадку лінійного джерела шуму $A_{2,l}$, дБА, рекомендується визначати за формулою (2.14):

$$A_{2,l} \Delta L_{\text{екра}} + W, \quad (2.14)$$

де $\Delta L_{\text{екра}}$ – найменша із величин $\Delta L_{\text{екра1}}$ і $\Delta L_{\text{екра2}}$.

Ефективність шумозахисту елементами рельєфу

Уздовж шумних магістралей рекомендується влаштування земляних насыпів або виїмок, які виконують потрійну функцію: зниження шуму, адсорбцію відпрацьованих газів і підвищення естетичності дороги. Розрахунок шумозахисту земляним валом може здійснюватися як і для суцільного екрана обмеженої довжини. Згідно з накопиченим досвідом одноповерхова забудова повністю захищається валом на відстані 50 м від нього, двоповерхова – 140 м, триповерхова – 200 м. Достатня для шумозахисту відстань будинків висотою $H_{буд}$ до валу з внутрішнім відкосом 1:1 та зовнішнім – 1:1,5 (табл. 2.16):

$$l_{вал} = 5H_{буд} - 25 \quad \text{при } l_{вал} > 10 \text{ м}, \quad (2.15)$$

де $l_{вал}$ – відстань від підошви валу до будівлі, м; $H_{буд}$ – висота будівлі, м.

Таблиця 2.16

Ефективність шумозахисту елементами рельєфу

Типи екрануючих споруд	Шумозахист, дБА
суцільний екран висотою $H=2\ldots6$ м	10...20
суцільний з/б екран на насипу висотою $H = 4\ldots10$ м	11...19
земляний насип із підпірними стінами $H = 2\ldots10$ м	5...18
виймка з підпірними стінами глибиною $H = 2\ldots10$ м	4...16
влаштування проїжджої частини – на насипу / у виймці	11/15

Для посилення шумогазозахисних властивостей на насипу доцільно було б влаштовувати з/б екран заввишки 3...6 м та тераси зелених насаджень. При цьому слід враховувати 3.4.2 ДСТУ 3587-97, згідно з яким насадження на узбіччях і укосах земляного полотна автодоріг не допускаються.

3. БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА УМОВ ЧИСТОГО ПОВІТРЯ

3.1. Карты забруднення як основи проектування інженерного благоустрою

Шкідливі викиди транспортних потоків

Забруднення житлової забудови більшості міст України на 50...90% обумовлено наднормативним забрудненням атмосферного повітря автотранспортними потоками й, відповідно, на 10...50% – енергетичними, промисловими, комунальними та іншими джерелами. Якщо впливи стаціонарних джерел обмежені санітарно-захисними зонами, то вулично-дорожня мережа – це розподілена система джерел викидів безпосередньо в зоні забудови.

Впливи стаціонарних джерел обмежуються технологічними засобами.

Згідно з 9.3 ДБН В.2.3-4-2000 до негативних впливів автодоріг відносяться: забруднення середовища відпрацьованими газами,

твірдими викидами, радіоактивними сполуками, шумом, вібрацією, пилом від зношення покриттів тощо, а також згідно з 1.4 і 3.2 ВБН 2.218-007-98 зміни ландшафту та низку інших при існуючому технологічному рівні

Автотранспортні засоби крім основних інгредієнтів хімічного впливу (NO_2 , CO , C_xH_y) викидають в атмосферне повітря близько 200 речовин, що шкідливі безпосередньо або за комбінованою дією: діоксини; фенол; смолисті речовини; важкі метали (цинк, мідь, ртуть, кадмій); зважені недиференційовані речовини пил неорганічний (матеріал покриття дороги); пил гуми; водень (сліди). Автотранспорт вилучає із повітря кисень, водень і азот (табл. 3.1).

Таблиця 3.1
Склад вихлопних газів автотранспорту¹

Речовина	Концентрація (C), об.%
азот N_2	74,0...77,0
вуглецю діоксид CO_2	5,0...12,0
вуглецю оксид CO	5,0...10,0
вода H_2O	3,0...5,5
вуглеводні C_xH_y – етан C_2H_6 , метан CH_4 , етилен CH_2CH_2 , бензол C_6H_6 , пропан C_3H_8 , ацетилен C_2H_2 , толуол C_7H_8 , n-ксилол $C_6H_4(CH_3)_2$, n-бутан C_4H_4 , інші	0,2...3,0
азоту оксид NO і діоксид NO_2	до 0,8
кисень O_2	0,3...0,8
сажа (ультрамікроскопічні частки кіптяви, дим) C	до 0,5
альдегіди $R-CHO$ – акролеїн $CH_2=CH-CHO$, формальдегід $HCHO$, оцетовий альдегід $C_4H_6O_2$, ацетальдегід $C_2H_{14}O$ (перерахунок на акролеїн)	до 0,2
поліароматичні (поліциклічні) вуглеводні (ПАВ) – пірен $C_{16}H_{10}$, антрацен $C_{14}H_{10}$, бензапірен $C_{20}H_{12}$	до 0,002

¹ Маса викидів сполук свинцю PbO та марганцю MnO , а також ангідриду сірчистого SO_2 й сірководню H_2S , пропорційна їх вмісту в паливі. Крім того викидаються: неграничні вуглеводні етиленового ряду, в т.ч. олефіни (пентен C_5H_{10} , гексен, C_6H_{14} , бензин нафтovий малосірчистий (перерахунок на C_xH_y); аміак NH_3 ; сірчана кислота H_2SO_4 ; сірковуглець CS_2 ; хлориди Cl_2 ; фториди F ; бром Br та інші.

Структура шкідливих автотранспортних викидів залежить від режиму руху. Наприклад, оксид вуглецю CO виділяється більше на малих швидкостях, менше – на великих, азот діоксиду NO_2 – навпаки (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Орієнтовна оцінка рангів небезпечності інгредієнтів викидів автотранспорту

Речовина	Концентрація		ΓDK_{co} мг/м3	Індекс $C / \Gamma DK_{co}$	Небезпеч- ність
	об.%	мг/м3			
$C_{20}H_{12}$	0,002	20,0	$1,0 \cdot 10^6$	20 000 000	1
PbO	0,016	1 593,6	0,0003	5 312 000	2
NO_2	0,800	16 400,0	0,0400	410 000	3
C_xH_y	3,000	59 100,0	0,1600	369 375	4
CO	10,000	125 000,0	3,0000	41 667	5
SO_2	0,020	585,2	0,0500	11 704	6
C	0,500	40,0	0,0500	800	7

Орієнтовна оцінка рангів небезпечності інгредієнтів викидів автотранспорту визначає концентрацію CO токсичних речовин безпосередньо у вихлопних газах нормовано до гранично допустимої середньодобової концентрації ΓDK_{co} ¹.

Зміни структури та інтенсивності транспортних потоків² обумовлені особливостями міської інфраструктури, у т.ч.

¹ Безпосередньо в процесі горіння палива утворюється NO , який в повітрі швидко доокиснюється до NO_2 . При розрахунку комплекс NO_x приводиться до NO_2 . У процесі газофазних реакцій приблизно через 10 год NO_x перетворюється на азотну кислоту. Частина азотної кислоти нейтралізується аміаком, що, як правило, присутній в атмосфері міста. Залишок азотної кислоти з опадами та шляхом сухого поглинання надходить до ґрунту. У ґрунті кислота послідовно нейтралізується у 5 ешелонованих буферних зонах. Зі збільшенням надходження кислот охоплюється більше буферних зон, що тягне за собою збільшення швидкості переходу у розчин різних сполук свинцю Pb .

² За даними натурних обстежень міська інтенсивність руху в годину "пік" у середньому пов'язана з добовою $N_{доб}$, хоча в окремих містах мають місце варіації. У більшості міст України інтенсивність руху транспорту в денну годину "пік" становить 0,075...0,092 $N_{доб}$, в центрі міста Києва - близько 0,1 $N_{доб}$ в денну годину "пік" і 0,027 $N_{доб}$ в нічну [матеріали ВАТ «Київпроект»].

режимом роботи підприємств і організацій, культурно-побутовими поїздками та рекреаційною активністю населення.

У великих містах години «пік» виражені нечітко й охоплюють майже весь денний проміжок з 7.00 до 20.00 год, особливо в Києві за рахунок високої чисельності населення та багатофункціональної діяльності, зокрема – столичних функцій. Із зростанням міст інтенсивність руху в час «пік» має тенденцію поступово збільшуватися. У кожному місті України добовий режим руху автотранспортних потоків має свою специфіку.

Має місце висока кореляція між динамікою змін інтенсивності руху й забрудненням примагістральної території. Максимальне забруднення примагістральної території спостерігається в години «пік» – період з 9.00 до 18.00 у центрі міста. У період мінімальної інтенсивності руху (1.00...4.00 год) залишкове забруднення розповсюджуються потоками повітря на значній території.

Концентрація всіх забруднювачів на примагістральних територіях у теплий період часу вища, ніж у холодний. Проте за певного збігу обставин може спостерігатися зворотне співвідношення.

Нормативи безпеки повітря. Гігієнічні нормативи якості повітря

Санітарні правила містять основні вимоги до охорони атмосферного повітря населених місць і місць масового відпочинку та оздоровлення населення, виконання яких повинно забезпечити запобігання несприятливому впливу забруднення повітряного середовища на здоров'я населення та санітарно-побутові умови його життя (1.1 ДСП 201-97).

Основою оцінки якості повітря населених місць є гігієнічні нормативи припустимого вмісту в ньому хімічних, біологічних

речовин чи агентів та припустимого впливу фізичних факторів (8.2 ДСП 201-97).

Граничнодопустима концентрація (ГДК, мг/м³) забруднюючих речовин¹ в усіх складових біосфери – максимальна маса (г, мг) шкідливої речовини в одиниці об'єму (м³, л) або маси (кг) окремих складових біосфери, періодичний чи постійний цілодобовий вплив якої на організми людини, тварин і рослин, у т.ч. опосередковано через екосистеми, не викликає ніяких відхилень за нормального їх функціонування протягом всього життя нинішнього та наступного поколінь.

В атмосферному повітрі населених місць максимальна концентрація, під час дії якої протягом життя людини відсутній прямий чи опосередкований несприятливий вплив на нинішнє та наступне покоління, не погіршується працездатність, самопочуття та санітарно-побутові умови життя (табл. 3.3).

Для оцінки якості атмосферного повітря використовуються значення концентрацій фактичного забруднення атмосферного повітря, одержані під час лабораторних досліджень на постах або одержані у процесі прогнозних розрахунків очікуваного забруднення атмосферного повітря за ОНД-86 (8.4 ДСП 201-97).²

Деякі ГДК домішок у повітрі для працівників підприємств, населення та біосфери (ДСП 173-96, ДСП 201-97), де $C_{20}H_{12}$ – бензапірен; CO – вуглецю оксид; NO_2 – азоту діоксид; C_xH_y – вуглеводні; SO_2 – ангідрид сірчистий; пил.

¹ Для населення ГДК встановлюється НДІ й закладами гігієнічного профілю на основі спеціальних тривалих досліджень за використання експериментальних тварин і волонтерів або розрахунковим шляхом. ГДК затверджується Головним держсанлікарем України (8.7 ДСП 201-97).

² Виміри на стаціонарних постах, як правило, оцінюються за середніми добовими $\bar{ГДК}_{co}$; виміри маршрутні й підфакельні та прогнозні розрахунки згідно з ОНД-86 – за максимальними разовими $\bar{ГДК}_{mp}$ (2.14 ДБН А.2.2.1-2003).

Таблиця 3.3

ГДК домішок у повітрі

Речовина	Границно допустимі концентрації (ГДК, мг/м)*					
	виробництво		населені місця		біосфера	
	робоча зона	територія робочої зони	максимально разова	середньо-добра	максимально разова	середньодобра
бензапірен $C_{20}H_{12}$	$1,5 * E^{-4}$	$4,5 * E^{-5}$	не вст.	$1,0 * E^{-6}$	-	-
вуглецю оксид CO	20,0	6,0	5,0	3,0	1,0	1,0
азоту діоксид NO_2	2,0	0,6	0,085	0,04	0,04	0,02
вуглеводні C_xH_y	300,0	90,0	1,0	(0,16)	-	-
ангідрид сірчистий SO_2	10,0	3,0	0,5	0,05	0,02	0,015
пил – недиференційований за хімічним складом твердий аерозоль	200,0	60,0	0,5	0,15	0,2	0,05
свинцю сполуки Pb	0,01	0,003	0,001	0,0003	-	-
сажа C	4,0	1,2	0,15	0,05	-	-

Границно допустимі концентрації є критеріями забруднення – атмосферного повітря на територіях: населених місць – середньодобра (ГДК_{сд}), максимально разова ГДК_{мр}:

- зон масового відпочинку та оздоровлення населення – 0,8 ГДК_{сд}, 0,8 ГДК_{мр} (п 8.12 ДСП 201-97);
- робочої зони підприємства – ГДК_{рз}; за межами робочої зони, але в межах підприємства 0,3 ГДК_{рз};
- для природних комплексів – ГДК_{біо}.

За відсутності сумісної (комбінованої, групової дії речовин показник забруднення атмосферного повітря кожною речовиною або їх сумішшю повинен відповідати умові (8.12 і дод.1 ДСП 201-97):

- для суміші речовин:

$$ПЗ_{сум} = \sum_i \frac{C_i}{ГДК_i \cdot KH_i} \leq 1,0 \text{ або } 0,8;$$

- для окремої речовини $C_i / ГДК_i < 1,0$ або $0,8$,

де C_i – фактичні чи прогнозні концентрації речовин, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$ГДК_i$ – гранично допустимі концентрації речовин, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$ПЗ_{сум}$ – сумарний показник забруднення сумішшю речовин;

KH_i – коефіцієнти, які враховують клас небезпечності речовин:

1-й клас – 1,0; 2-й клас – 1,5; 3-й клас – 2,0; 4-й клас – 4,0.

Максимальна разова концентрація C_{mp}

В Україні при проектуванні використовуються максимальна разова оцінка концентрації домішок в атмосферному повітрі C_{mp} – потенційно можлива максимальна концентрація шкідливої речовини за 20...30 хв дії за найгірших метеоумов і максимальних викидів з джерел ($\text{мг}/\text{м}^3$).

Критерієм небезпеки C_{mp} є гранично допустима концентрація $ГДК_{mp}$ ¹.

Середня добова та річна концентрації $C_{e\partial}$, C_{pik}

$ГДК_{e\partial}$ – гранично допустима середня добова концентрація хімічної речовини в атмосферному повітрі населених місць, яка під час вдихання протягом невизначеного тривалого періоду (всі життя) не викликає прямого або опосередкованого шкідливого впливу на організм людини, $\text{мг}/\text{м}^3$. $ГДК_{e\partial}$ є критерієм небезпеки

¹ За натурних вимірювань C_{mp} забруднювачів визначається шляхом регулярного відбору проб тривалістю 20...30 хв кілька разів на добу. Найбільше значення концентрації з вибірки вважається C_{mp} . Для обчислення C_{mp} слід визначити в розрахунковій точці (РТ) вклади усіх джерел для кожного з можливих напрямків і швидкостей вітру. З отриманих значень концентрації треба вибрати найбільшу. Для надійності використовується порогова статистична оцінка по кумуляті за ймовірності Р 0,95.

загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та іншого прямого чи опосередкованого впливу на людину за умов тривалої цілодобової (C_{ed}) та багаторічної (C_{rik}) дії забруднювача на території.

Комбінована біологічна дія речовин

Додержання ГДК оцінюється за врахування характеру комбінованої біологічної дії речовин¹ або продуктів їх трансформації в атмосфері та фонового забруднення за рахунок діючих, проектованих (тих, що будується) та намічених до будівництва об'єктів (2.2 ДСП 201-97).

Якщо в зоні впливу проектованого об'єкта виявилася група речовин з комбінованою дією, для неї слід розраховувати окрему діаграму розсіювання в ізолініях.

Коефіцієнт комбінованої дії K_{kd} – це величина, яка виражена в частках ГДК і відображає характер комбінованої біодії наявних у повітрі забруднювачів. У зоні впливу проектованого об'єкта з урахуванням повинна виконуватися умова (2.2 і дод. 1 ДСП 201-97):

$$\sum_i C_i / \Gamma DK_i \leq K_{kd},$$

де C_i – концентрація i -ї хімічної речовини в повітрі, мг/м³;

ΓDK_i – гранично припустима концентрація i -ї хімічної речовини, мг/м³;

K_{kd} – коефіцієнт комбінованої дії хімічних речовин-забруднювачів атмосферного повітря за критерієм їх впливу на організм людини.

1 За наявності кількох домішок в атмосферному повітрі маємо такі ефекти впливів: незалежність впливів на реципієнтів; адитивність або арифметична сумація; потенціювання – посилення однією речовиною впливу іншої; антагонізм – послаблення однією речовиною впливу іншої. Ефекти синергізму обумовлені процесами в атмосфері та в організмі – в основному кінетичними хімічними реакціями між забруднювачами та природними інгредієнтами повітря, які за певних кліматичних умов призводять до утворення вторинних сполук з іншою біологічною дією. Сумація впливів, як правило, має місце при їх дії на організм протягом 20...30 хв. Токсичний ефект окремих домішок може посилюватися в поєднанні з високою температурою, УФ-випромінюванням та іншими факторами.

Екологічні нормативи безпеки повітря

Згідно зі ст. 1, 5, 6, 7 і 8 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» у межах населених пунктів, у рекреаційних зонах, в інших місцях проживання, постійного чи тимчасового перебування людей, об'єктах навколошнього природного середовища (НПС) з метою забезпечення екологічної безпеки громадян і НПС встановлюються нормативи забруднення атмосферного повітря:

- екологічної безпеки (екобезпеки) атмосферного повітря;
- рівнів гранично допустимих викидів стаціонарних джерел (ГДВ);
- гранично допустимого впливу фізичних і біологічних впливів стаціонарних джерел (ГДР);
- вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах пересувних джерел (ТДВ);
- впливів фізичних факторів пересувних джерел;
- технологічні припустимого викиду забруднювачів (ТДВ).

Нормативи екобезпеки атмосферного повітря – група нормативів, дотримання яких запобігає виникненню небезпеки для здоров'я людини та стану НПС від впливу шкідливих чинників:

- нормативи якості атмосферного повітря (ГДК та інші);
- гранично допустимі рівні (ГДР) фізичних і біологічних факторів впливу.

Норматив якості атмосферного повітря – критерій якості, який відображає гранично допустимий максимальний вміст забруднювачів у повітрі, при якому відсутній негативний вплив на здоров'я людини та стан НПС. На території населених місць нормативи екобезпеки співпадають з гігієнічними. Нормативи екобезпеки термінологічно розділяють на хімічні (якість), фізичні та біологічні (рівні) фактори, тоді як гігієнічні нормативи об'єднують хімічні та фізичні фактори поняттям «якість» повітря. Основою оцінки якості повітря на території населених місць є гігієнічні нормативи припустимого вмісту в ньому хімічних, біологічних речовин чи агентів та припустимого впливу фізичних

факторів (8.2 ДСП 201-97). Для курортних, лікувально-оздоровчих, рекреаційних та інших окремих районів встановлюються суворіші норми екобезпеки, у т.ч. 0,8 ГДК для місць масового відпочинку населення за урахування комбінованої дії речовин або продуктів їх трансформації в атмосфері (8.6 ДСП 173-96).

Технологічні нормативи припустимого викиду з установок

Технологічний норматив припустимого викиду (ТДВ) забруднюючої речовини – гранично допустимий викид забруднюючої речовини або суміші цих речовин, який визначається в місці його виходу з устаткування.

До технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин належать: поточні ТДВ – для діючих окремих типів обладнання, споруд на рівні підприємств з найкращою існуючою технологією виробництва аналогічних за потужністю технологій; перспективні ТДВ – для нових і таких, що проектуються, будуються або модернізуються; окремих типів обладнання, споруд за урахування передових вітчизняних і світових технологій. Для пересувних джерел, що експлуатуються на території України, встановлюються норми вмісту забруднювачів у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів цих джерел, які розробляються за урахування сучасних технічних рішень. Екологотехнологічні норми визначають рівень викиду чи скиду на одиницю сировини, енергії або продукції. Мається на увазі, що при даному технологічному рівні досягнути кращих показників вже неможливо. Додержання гігієнічних нормативів ГДК в атмосферному повітрі повинно забезпечуватися нормативами ТДВ устаткування та нормативами ГДВ джерел. Якщо це неможливо, необхідно передбачати додаткові містобудівні заходи.

Оцінка забруднення повітряного басейну

Необхідність характеристики (оцінки) стану повітряного середовища обумовлена вимогами забезпечення відповідності

рівнів залишкових впливів проектованого об'єкта містобудівним, санітарно-гігієнічним й екологічним правилам і нормам.

Закон України «Про охорону атмосферного повітря» та Державні санітарні правила ДСП 173-96 і ДСП 201-97 відокремлюють пересувні джерела викидів в окрему групу й вимагають розроблення комплексних заходів щодо усунення їх шкідливих впливів. У цьому законі міститься низка положень щодо оцінок якості атмосферного повітря, фонового забруднення території, прогнозування змін територіальної інфраструктури та інших.

Згідно з 2.9 ДБН А.2.2-1-2003 у складі ОВНС проектної документації слід подавати обґрунтування необхідності оцінки стану повітряного середовища. У містобудівному аспекті основні вимоги до проектування промислових, енергетичних і транспортних комплексів, комунально-складських зон та інших небезпечних в екологічному відношенні об'єктів визначені нормами: ДБН 360-92**, ДБН Б.2.4-1-94, ДСП 173-96, ДСП 201-97. Провідною вимогою до залишкових впливів на повітряне середовище є забезпечення безпечних рівнів забруднення території.

При оцінках впливів на навколишнє природне середовище виділяється компонент «повітряне середовище» (2.13 ДБН А.2.2-1-2003) або «атмосферне повітря» (дод. до ДБН А.2.2-3-2004; ДСП 173-96; ДСП 201-97), який є реципієнтом. Поняття «повітряне середовище» дещо ширше від поняття «атмосферне повітря». *Повітряне середовище:* а) повітря, яке оточує певний об'єкт і знаходитьться з ним у функціональному зв'язку; б) простір, у межах якого організм або об'єкт вступає в пряму чи опосередковану взаємодію з повітрям. Атмосфера – газоподібна оболонка планети, яка склалася в процесі еволюції Землі. *Повітря* – суміш природних і техногенних газоподібних інградієнтів, які утворюють атмосферу. Атмосферне повітря – життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який є природною сумішшю газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень.

Якість атмосферного повітря – сукупність властивостей атмосфери, які визначають ступінь дії на людей та навколошнє середовище привнесених фізичних, хімічних та біологічних факторів (8.1 ДСП 201-97). У санітарії чітко розділяються гігієнічні норми якості повітря населених місць, виробничих територій, виробничих та інших приміщень, рекомендовані норми якості повітря для озеленених територій.

Забруднення атмосферного повітря – змінення складу і властивостей атмосферного повітря в результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан НПС. *Забруднююча речовина* – речовина хімічного або біологічного походження, що присутня або надходить до атмосферного повітря і може прямо або опосередковано негативно впливати на здоров'я людини та стан НПС. *Викид* – надходження в атмосферне повітря забруднюючих речовин або суміші таких речовин. Джерело викиду – об'єкт (підприємство, цех, агрегат, установка, транспортний засіб тощо), з якого надходить до атмосферного повітря забруднююча речовина або суміш таких речовин.

Оцінка стану повітряного басейну, насамперед, включає визначення потенційної небезпеки його забруднення залежно від природно-кліматичних факторів конкретної території міста або району, що обумовлюють здатність атмосфери розсіювати і адсорбувати шкідливі домішки (рис. 3.1).

На карті виділяють території з наднормативним рівнем забруднення, а також показують місця розташування основних джерел шкідливих викидів.

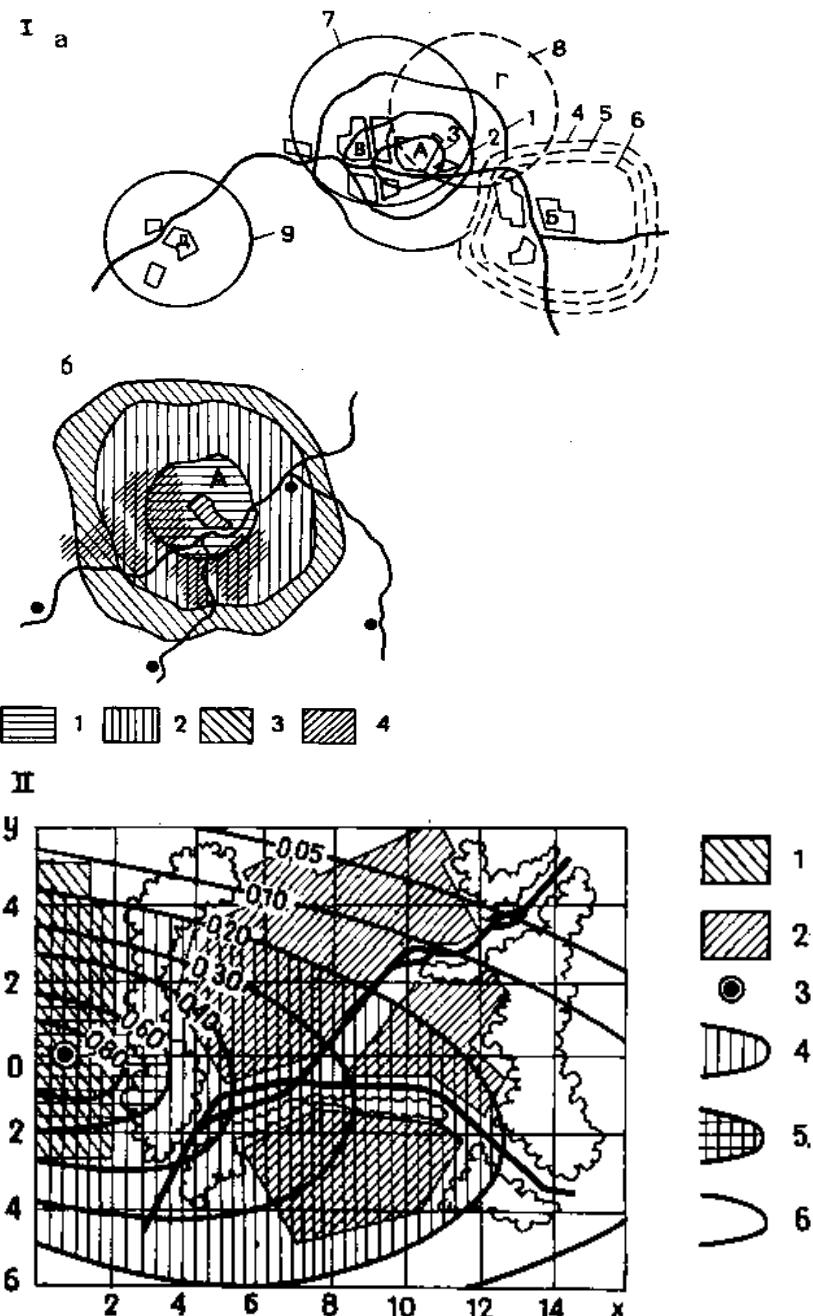


Рис. 3.1. Оцінка забруднення повітряного басейну міста (за В.С. Кожевніковим):
 I – зона забруднення повітряного басейну системи населених міст; а – при стійкому стані атмосфери: 1,2 – сірководень, вуглеводні, окисли сірки й азоту від промислового підприємства А; 4, 5 – сажа, окис вуглецю від промислового підприємства Б; 6 – існуюча зона за спостереженнями СЕС від промислового підприємства Б; 7-9 – пил від промислових підприємств В, Г, Д; б – при нестійкому стані атмосфери (інверсія): 1 – існуюча зона забруднення за спостереженнями СЕС від промислового підприємства А; 2-3 – розрахункова зона (сірководень, вуглеводні, окисли сірки й азоту від промислового підприємства) А; 4 – сельбищна зона;
 II – прогноз забруднення повітряного басейну міста. Поле сумарних розрахункових концентрацій домішок на плані міста. 1 – промислова територія; 2 – сельбищна територія; 3 – джерело забруднення; 4 – початкова зона забруднення; 5 – основна зона забруднення; 6 – ізолінія відносних концентрацій.

Рівні забруднення повітряного басейну в ході проведення розрахунків можуть бути описані або в натуральних показниках — концентраціях шкідливих речовин ($\text{мг}/\text{м}^3$), або в нормованих показниках, що характеризують кратність перевищення ГДК¹.

Під час визначення факторів, що спричиняють той або інший стан атмосферного повітря, беруть до уваги особливості планування й забудови міста в цілому і його окремих елементів (орієнтація й профілі вулиць, що формують аераційний режим на міській території, вплив відкритих, забудованих і озеленених просторів на характер руху й турбулентний режим повітряних потоків і ін.).

Орієнтовні планувальні та детальні проектні оцінки

Згідно ДБН А.2.2-1-2003 для повітряного середовища наводиться обґрутування меж зон впливів планованої діяльності. У процесі проведення ОВНС межі зони впливу на ситуаційній схемі поступово коригуються залежно від ступеня деталізації оцінки. Локальна місцева оцінка стосується окремого реципієнта (житловий будинок, озеро, гай тощо), регіональна – району міста, міста, агломерації, регіону.

Під час розроблення генпланів, схем розвитку транспорту, передпроектних матеріалів здійснюється орієнтовний розрахунок концентрації забруднювачів атмосфери. За використання методів орієнтовної оцінки забруднення території – на основі формули Гаусса (формула Саттона та інші) та експоненційної апроксимації розподілення забруднювачів по території.

¹ На окремих ділянках території міста концентрації шкідливих речовин можуть у кілька разів перевищувати нормативи ГДК, тому вводять додаткову оцінку забруднення за ступенями небезпеки для здоров'я населення (використовується умовний індекс «Р», що характеризує ступінь небезпеки забруднення для одного компонента або для суми шкідливих речовин за урахування кратності перевищення ГДК і класу небезпеки речовини). Результатом оцінки може з'явитися виділення на території міста зон з «припустимим», «слабким», «помірним» і «сильним» рівнем забруднення.

Орієнтовні оцінки на основі формул Гауса

Для автодоріг і мостових переходів орієнтовні розрахунки забруднення на невеликих висотах можуть виконуватися за методикою, яка заснована на теоретико-емпіричній моделі Гауса.

Для розрахунку вулично-дорожня мережа розділяється на ділянки D_{mn} довжиною $L \cdot D_{mn}$ (м) з однорідними умовами руху. Вважається, що лінія емісії забруднювачів проходить по центру площинного джерела (при детальному розрахунку за ОНД-86 – задіяна вся його площа).

Орієнтовна оцінка максимальної разової концентрації NO_2 , Pb , C_xH_y або CO на невеликих висотах у зоні впливу вулично-дорожньої мережі.

Орієнтовна оцінка максимальної разової концентрації NO_2 , Pb , C_xH_y або CO на невеликих висотах у зоні впливу вулично-дорожньої мережі:

$$C_i = \frac{800M_i^l}{\sigma(R_{pm}) \cdot U_e \cdot K(\theta_e)} + C_i^{\phi\text{on}},$$

де C_i – концентрація i -ї речовини, мг/ m^3 ;

$C_i^{\phi\text{on}}$ – фонова максимальна разова концентрація забруднювача, мг/ m^3 ;

M_i^l – погонна потужність емісії i -ї речовини джерелом D_{mn} г/с*м;

$\sigma(R_{pm})$ – середньоквадратичне відхилення гаусівого розсіювання по вертикалі (табл. 3.4), м;

R_{pm} – відстані від розрахункової точки до краю проїзджої частини, м;

U_e – швидкість вітру, що переважає в розрахунковий місяць теплого періоду з найбільшою інтенсивністю руху, м/с;

$K(\theta_e)$ – функція кута θ_e між напрямом вітру та трасою (табл. 3.5).

Таблиця 3.4

Залежність середньоквадратичного відхилення гаусівого розсіювання по вертикалі $\sigma(R_{pm})$ від відстані R_{pm} до кромки проїжджої частини

R_{pm} , м	10	20	40	60	80	100	150	200	250
$\sigma(R_{pm})$, м	погода ясна, сонячна радіація сильна								
	2	4	6	8	10	13	19	24	30
$\sigma(R_{pm})$, м	погода похмуря й дощова, сонячна радіація слаба								
	1	2	4	6	8	10	14	18	22

Найгірші умови розсіювання домішок мають місце за похмурої дощової погоди з слабою сонячною радіацією (табл. 3.4). При цьому функція $\sigma(R_{pm})$ на відстанях до 100 м точно описується залежністю $\sigma(R_{pm}) = 0,1R_{pm}$ (рис. 3.2). На більших відстанях або примагістральна територія обмежена забудовою, або рівень забруднення нижче ГДК.

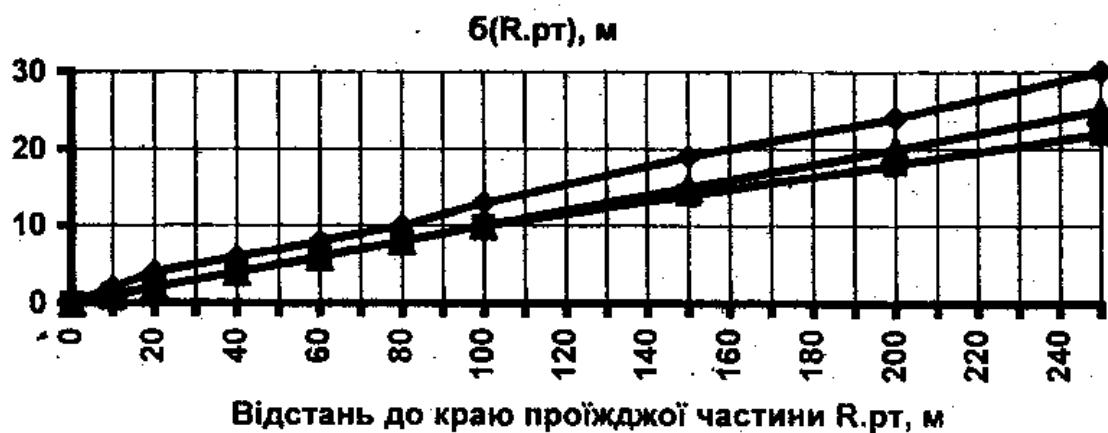


Рис. 3.2. Залежність середньоквадратичного відхилення гаусівого розсіювання по вертикалі $\sigma(R_{pm})$ від відстані R_{pm} до краю дороги за сприятливих та несприятливих для розсіювання умов

Для оцінки максимальної разової концентрації забруднювача (C_{mp}) доцільно проводити розрахунки для найбільш несприятливої

штилевої ситуації з $U_e = 0,5$ м/с. Найбільше забруднення території відбувається, якщо кут між напрямом вітру та трасою $\theta_e < 30^\circ$, а функція $K(\theta_e) = 0,5$ (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Залежності $K(\theta_e) = \sin \theta_e$ при $30^\circ < \theta_e < 90^\circ$ і $K(\theta_e) = 0,5$ при $\theta_e < 30^\circ$

θ_e , град	0	15,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0
$K(\theta_e)$	0,50	0,50	0,50	0,70	0,77	0,87	0,94	0,98	1,00

При врахуванні найгірших метеоумов $U_e = 0,5$ м/с; $\sigma(R_{pm}) = 0,1R_{pm}$; $K(\theta_e) < 30^\circ$ розрахункова формула для оцінки C_{mp_i} , спрощується

$$C_{mp_i} = \frac{32000M_i^l}{R_{pm}} + C_i^{\text{фон}}.$$

Погонна потужність емісії i -ї речовини джерелом M_i^l визначається шляхом ділення загальної маси викидів на всій площині джерела $M \cdot D_{mn}$, на його довжину $L_{mn} \div M_i^l = M \cdot D_{mn} \div L_{mn}$.

У загальному випадку, що враховує 8-румбову розу вітрів, орієнтовний розрахунок забруднення атмосфери (РЗА) проводиться в такій послідовності:

- графічним шляхом на територіях житлової і громадської забудови, зон рекреації виділяються розрахункові точки (РТ);
- виділяються площинні джерела викидів D_{mn} з однорідними умовами;
- визначається погонна емісія забруднювачів M_i^l в годину «пік»;
- концентрація в РТ обчислюється окремо від кожного джерела D_{mn} ;
- при складній конфігурації вулично-дорожньої мережі розрахунок в РТ здійснюється за урахування функції $K(\theta_e)$ з 8-румбовою розою вітрів;

– концентрації в РТ від усіх джерел D_{mn} для кожного румбу сумують; для оцінки C_{mp_i} вибирається максимальна з 8 концентрацій;

– на ситуаційному плані інтерполяцію визначаються точки з рівнями $C_{mp_i} = 0,1; 1; 2 \text{ i } 5 \text{ ГДК}_{mp_i}$ по яких проводяться ізолінії.

Орієнтовні оцінки на основі експоненційної апроксимації

Орієнтовну оцінку рівня хімічного забруднення примагістральної території доцільно здійснювати за апроксимованими даними натурних вимірювань максимальної разової концентрації NO_2 , Pb , C_xH_y або CO на примагістральних територіях.

Слід ураховувати, що при вимірах середня швидкість потоку становила 15...30 км/год, кількість смуг – 2...4.

Прив'язка формул до натурних даних здійснювалася за найближчим до 1,0 ГДК_{mp} значенням, оскільки саме по цій ізолінії беруть проектні рішення (рис. 3.3, 3.4).

С.мр.1000, ГДК.мр.NO2

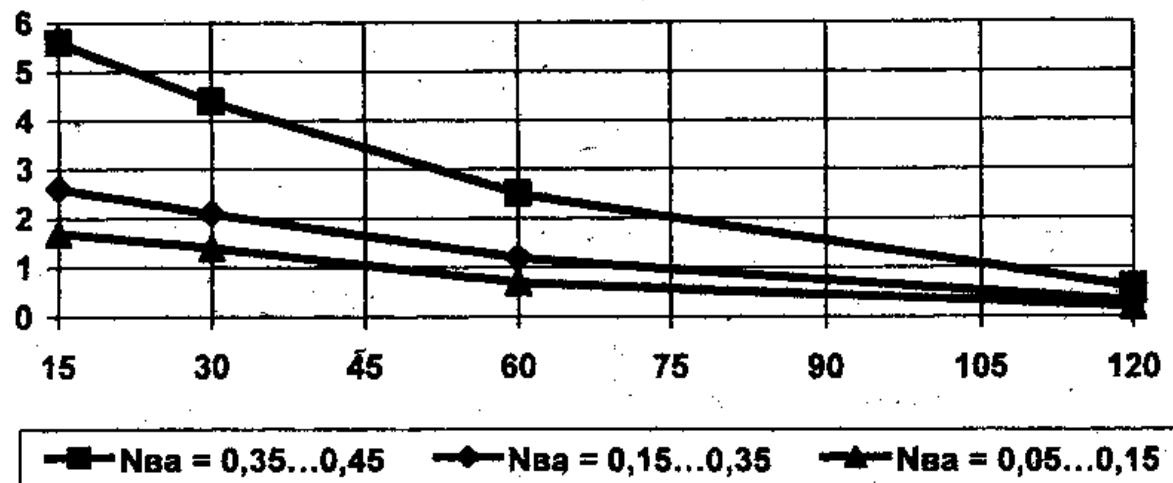


Рис. 3.3. Емпірична залежність максимальної разової концентрації азоту діоксиду C_{mp} 1000 в частках ГДК_{mpNO_2} , від відстані R (м) до бровки проїжджої частини за інтенсивності руху 1,0 тис. натуральних од/год пік, де N_{BA} – частка вантажівок і автобусів у потоці

Для довільної інтенсивності руху:

$$C_{mpNO_2} = 2,5 \cdot 10^{-2} N_{nik} \cdot N_{BA} \cdot \exp - 0,148H_{ож} \cdot \exp - 0,021R,$$

C_{mpNO_2} – максимальна разова концентрація NO_2 , ГДК_{mp};

N_{nik} – інтенсивність руху автотранспорту, нат. од/год.пік;

N_{BA} – частка вантажних автомобілів і автобусів у потоці;

$H_{ож}$ – висота проїжджої частини на рівні землі, м;

R – відстань від брівки проїжджої частини, м.

Апроксимація даних натурних вимірювань максимальної разової концентрації CO і C_xH_y на примагістральних територіях:

$$C_{mpCO} = 2,3 \cdot 10^{-4} N_{nik} \cdot (1 + 3,0N_{BA}) \cdot \exp - 0,148H_{ож} \cdot \exp - 0,021R;$$

$$C_{mpC_xH_y} = 4,0 \cdot 10^{-5} N_{nik} \cdot (1 + 10,0N_{BA}) \cdot \exp - 0,148H_{ож} \cdot \exp - 0,046R.$$

C_{mpCO} – максимальна разова концентрація СО, ГДК.мр.

$C_{mpC_xH_y}$ – максимальна разова концентрація СХНУ, ГДК.мр.

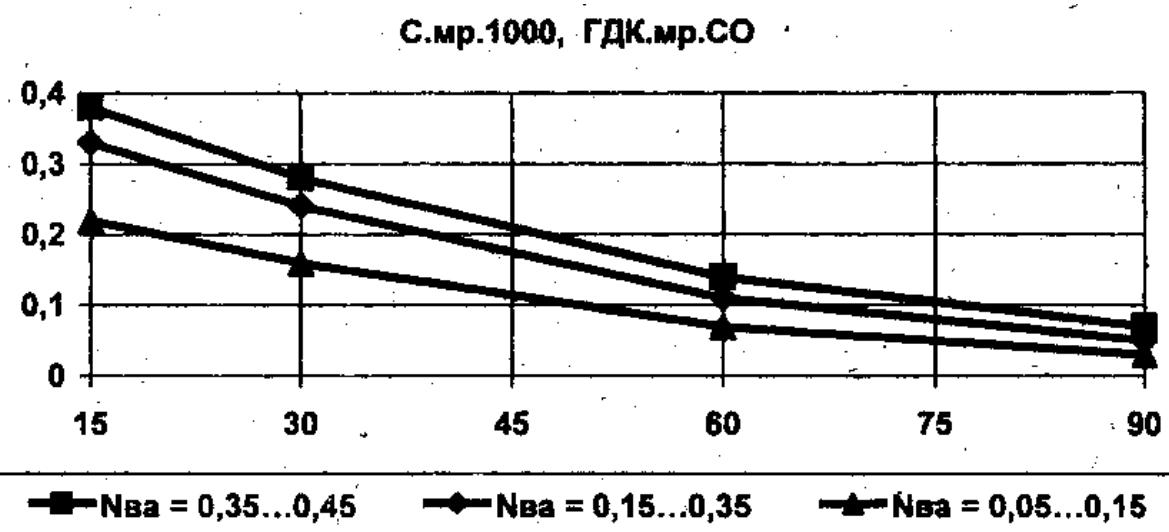


Рис. 3.4. Емпірична залежність максимальної разової концентрації вуглецю оксиду $C_{mp} 1000$ в частках $\Gamma\Delta K_{mpCO}$ від відстані R (м) до брівки проїжджої частини за інтенсивності руху 1,0 тис. натуральних од/год пік, де N_{BA} — частка вантажівок і автобусів в потоці

Орієнтовна максимальна разова оцінка рівня забруднення атмосферного повітря сполуками свинцю Pb становить:

$$C_{mpPb} = 3,5 \cdot 10^{-2} N_{nik} \cdot N_{BA} \cdot \exp - 0,148 H_{ож} \cdot \exp - 0,021 R ,$$

де C_{mpPb} – максимальна разова концентрація Pb , ΓDK_{mp} .

Сполуки свинцю накопичуються в ґрунті вздовж автодороги. Наприклад, для умов м. Києва найпростіша апроксимація даних вимірювань Північнокрізонтальної геології залежно від концентрації сполук свинцю в атмосферному повітрі становить:

$$C_{Pb,ep} = 2,57 \{ 1 - \exp(-1,75 C_{mpPb}) \},$$

де $C_{Pb,ep}$ – концентрація в ґрунті відносно $\Gamma DK_{Pb,ep} = 32$ мг/кг,

C_{mpPb} – концентрація в атмосферному повітрі, ΓDK_{mpPb} .

Зведення орієнтовна оцінка концентрації сполук свинцю в ґрунті примагістральної території для умов м. Києва становить:

$$C_{Pb,ep} = 2,57 \{ 1 - \exp[-6,1 \cdot 10^{-2} N_{nik} \cdot N_{BA} \cdot \exp(-0,148 H_{ож}) \cdot \exp(-0,021)] \}$$

Ситуаційна карта-схема

На ситуаційній схемі та іншому картографічному матеріалі з необхідною генералізацією відображаються проектовані об'єкти, джерела впливів, реципієнти, дані про існуючий та розрахунковий (прогнозний) рівні забруднення атмосферного повітря (4.4 ДСП 201-97, 2.5, 2.6, 2.10 ДБН А.2.2-1-2003, дод. до ДБН А.2.2-3-2004). Об'єкти, що обумовлюють зміни режимів функціонування міської інфраструктури (ТЕЦ, автомагістралі тощо), потребують побудови ситуаційних схем місцевого (М 1:500...5.000) та регіонального (М 1:10.000...100.000) рівня. Карти-схеми повинні мати експлікації та координатну сітку з кроком, який менше нормативного розміру об'єкта (4.4 ДСП 201-97).

У зоні впливу планованої діяльності на схемах та планах відображуються такі елементи та об'єкти (за їх наявності):

- діючі та плановані до будівництва, у т.ч. житлова та громадська забудова з новими будівлями та спорудами, лікарні та санаторії (4.4 ДСП 201-97. 2.6 ДБН А.2.2-1-2003, дод. до ДБН А.2.2-3-2004);

- елементи міських комплексних зелених зон і зелених клинів (2.25...2.29 ДБН А.2.2-1-2003); зони масового відпочинку та оздоровлення населення, у т.ч. курортні, санаторіїв, будинків відпочинку, пансіонатів, баз відпочинку, туризму, дачних ділянок (4.4 ДСП 201-97, дод. до ДБН А.2.2-3-2004); зони організованого відпочинку населення, у т.ч. парки, пляжі, спортбази та їх споруди на відкритому повітрі (4.4 ДСП 201-97);
- санітарно-захисні (С33) та інші охоронні зони, у т.ч. зони санітарної охорони курортів, пояси санітарної охорони водоводів (4.4 ДСП 201-97, 2.14 ДБН А.2.2-1-2003, дод. до ДБН А.2.2-3-2004);
- території природно-заповідного фонду та екологічно чутливі, у т.ч. лісові масиви, лучні й водно-болотні угіддя та інші реципієнти, РТ (4.4 ДСП 201-97, 2.25...2.29 ДБН А.2.2-1-2003, дод. до ДБН А.2.2-3-2004).
- Генеральний план об'єкта подається з нанесенням джерел організованих і неорганізованих викидів, основних і допоміжних будівель і споруд, масштабу, експлікації (4.4 ДСП 201-97, 2.6 ДБН А.2.2-1-2003).

Карта оцінки забруднення повітря на житлової території

Санітарно-гігієнічні умови житлових територій за рівнем загазованості можна оцінити за показником концентрації окису вуглецю *CO*.

Санітарними нормами встановлені гранично припустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в атмосфері. Для *CO* гранично припустима концентрація 3 мг/м³.

Під час розробки проектів благоустрою житлових територій необхідно враховувати прогнозні оцінки стану атмосферного повітря за ступенем забруднення.

Очікуваний рівень забруднення повітря оцінюють на підставі карт загазованості. Карти загазованості дозволяють судити про перевагу того або іншого планувального рішення, а також дають

можливість досягти поліпшення якості атмосферного повітря – застосуванням спеціальних захисних заходів.

Карту загазованості приземного шару повітря території виконують у масштабі 1:2000 або 1:500.

Графічна побудова карти загазованості полягає в тім, що на план забудови наносять лінії рівних концентрацій, які відображають існуючий або очікуваний рівень забруднення приземного шару повітря автомобільним транспортом.

По карті загазованості знаходять зону дискомфорту за рівнями концентрації, де рівні загазованості перевищують гранично припустимі концентрації, і навпаки, зону комфорту, на якій рівні концентрації не перевищують цих величин.

Проектне рішення можна оцінити з погляду загазованості території житлової забудови коефіцієнтом благоустрою:

$$\eta_e = \frac{F_0}{F},$$

де F_0 – площа території, що перебуває в зоні оптимальних значень ПДК;

F – розглянута територія.

Для визначення рівнів загазованості повітря вихлопними газами автомобілів використовують розрахунковий метод. Концентрацію CO на краю проїзної частини визначають за формулою:

$$C_p = \frac{k_1 k_2 k_3 C_0}{\left(V_0 \frac{B}{30} \right)^{1/3}},$$

де C_0 – розрахункова концентрація CO на краю проїзної частини, $\text{мг}/\text{м}^3$;

V_0 – швидкість вітру на вулиці, $\text{м}/\text{с}$ (1-10 $\text{м}/\text{с}$);

B – ширина вулиці в лініях регулювання забудови, м (30-100 м);

k_1 – коефіцієнт, що враховує зниження концентрації CO за рахунок застосування нормування складу вихлопних газів і поліпшення технічного обслуговування автомобілів;

k_2 – коефіцієнт, що враховує зміну концентрацій CO за рахунок застосування нейтралізаторів і газового палива;

k_3 – коефіцієнт, що враховує зниження концентрацій CO за рахунок впровадження малотоксичних робочих процесів і конструктивних поліпшень двигуна;

C_0 – початкова концентрація

$$C_0 = 7,38 + 0,026N + \sum \Pi;$$

$$\sum \Pi = 1 + \frac{(\Pi_\eta + \Pi_v + \Pi_y)}{100},$$

де N – інтенсивність транспортного потоку у двох напрямках, авт/год ($N > 100$ авт/година);

$\sum \Pi$ – сума виправлень, що враховують відхилення заданих умов руху від прийнятих;

Π_η – зміна кількості громадського й вантажного транспорту в загальному потоці руху від прийнятого (70% вантажних машин і автобусів – на кожні (10+ 4,6)%);

Π_v – зміна середньої швидкості потоку транспорту від прийнятої 40 км/год (табл. 2.5);

Π_y – зміна поздовжнього ухилу проїзної частини від нульового (на кожні 20% ухилу вводиться виправлення + 1,5%).

Числові значення коефіцієнтів k_1 , k_2 , k_3 наведені в табл. 3.6, а значення Π_v – у табл. 3.7.

Таблиця 3.6

Значення поправочних коефіцієнтів

Кое- фіци- єнт	Кількість автомобілів, охоплених заходами щодо зниження токсичності викидів, %										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
k_1	1	0,92	0,85	0,78	0,71	0,63	0,56	0,48	0,41	0,33	0,25
k_2	1	0,94	0,87	0,81	0,74	0,67	0,61	0,54	0,47	0,41	0,35
k_3	1	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	0,76	0,72	0,68	0,64	0,60

Таблиця 3.7

Виправлення на зміну швидкості руху транспортного потоку від прийнятої 40 км/год

Частка вантажного автотранспорту і автобусів у загальному потоці, %	Виправлення (%) за швидкості руху, км/год						
	20	30	40	50	60	70	80
80	+12	+6	0	-14	-3	+6	+16
70	+14	+8	0	-13	-5	+4	+12
60	+17	+9	0	-12	-6	+2	+8
50	+20	+10	0	-II	-7	-I	+4
40	40	+23	0	-10	-9	-8	-I
30	30	+26	0	-9	-12	-16	-6
20	20	+28	0	-8	-15	-20	-10
10	10	+30	0	-7	-18	-26	-17

Концентрацію CO на лінії забудови визначають за графіком (рис. 3.5).

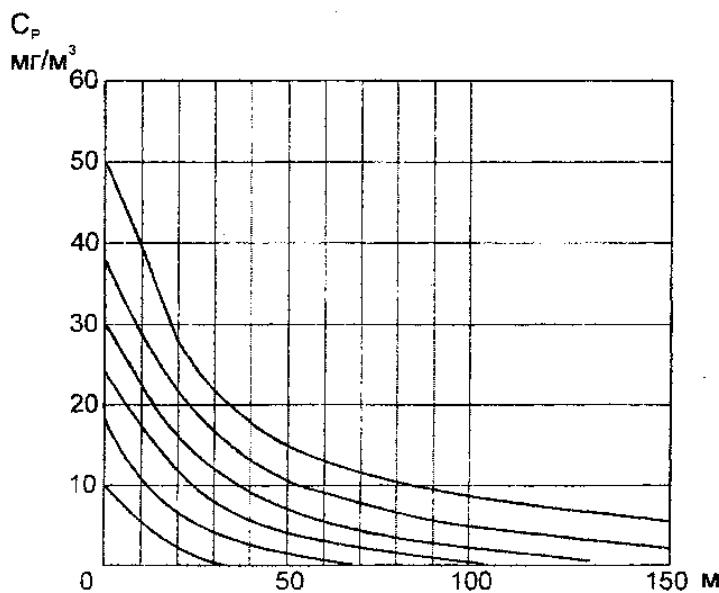


Рис. 3.5. Номограма для визначення зниження концентрації окису вуглецю у вільному просторі залежно від відстані щодо краю проїзної частини

Розрахунок концентрації окису вуглецю за екрануючими спорудами, визначають за формулою:

$$C_{ekp} = \frac{A}{0,35\kappa} e^{\frac{8,169}{\kappa^2}},$$

де e – підстава натурального логарифма; k – відношення X відстані від джерела забруднення до розрахункової точки на висоту екрана H ;

$$k = \frac{X}{H};$$

$$A = \frac{2000M_A}{\sqrt{n} \cdot V_0 H};$$

$$M_A = q_{cp} N_n t b \cdot 10^{-6},$$

де M_A – потужність лінійного джерела або сумарний викид токсичних речовин у перерахуванні на окис вуглецю, т/доб;

V_0 – швидкість вітру, м/с;

H – висота екрана, м;

q_{cp} – викид токсичних речовин у перерахуванні на окис вуглецю, вироблений одним автомобілем на одиницю потужності й часу ($q_{cp} = 0,001$ г/Дж);

n – активна середня потужність, що розвивається автомобілем в умовах щільного автомобільного руху – (для вантажного транспорту в середньому 14 кВт, для легкового - 8 кВт);

N – інтенсивність транспортного потоку;

t – середній час роботи автомобіля, год;

b – коефіцієнт технічної готовності автомобіля, рівний 0,9.

Для побудови ізоліній розподілу концентрації CO в приземному шарі повітря житлової забудови, план забудови розбивають на квадрати зі стороною 4 см. Вершини квадратів – опорні точки, для яких визначають значення за номограмами (рис. 3.6-3.10).

Розраховують у такій послідовності:

- початкову концентрацію окису вуглецю CO визначають за номограмою на рис. 3.7 залежно від інтенсивності руху й суми виправлень;
- розрахункову концентрацію окису вуглецю C_p на краю проїзної частини визначають за номограмою рис. 3.7 залежно від

з найденого значення швидкості вітру й ширини вулиці в лініях регулювання забудови В;

– концентрацію CO у точці, розташованій перед екраном або в проміжку між будинками, визначають за графіком рис. 3.5 залежно від розрахункової концентрації C_p і відстані між краєм проїзної частини й розрахунковою точкою;

– концентрацію CO в опорних точках за екрануючими спорудами, $C_{екр}$ визначають за номограмами у такий спосіб:

– спочатку визначають значення за номограмою рис. 3.8 залежно від інтенсивності транспортного потоку N і активної середньої потужності, що розвивається автомобілем за умов щільного автомобільного руху;

– потім визначають значення А за номограмою рис. 3.9 залежно від знайденого значення M_A швидкості вітру й висоти будинку-екрана H ;

– значення $C_{екр}$ визначають за номограмою рис. 3.10 залежно від знайденого значення А відстані від джерела загазованості до розрахункової точки й висоти будинку-екрана H ;

– за знайденим значенням концентрації в опорних точках знаходять положення ліній рівної концентрації методом інтерполяції;

– будуєть карту загазованості (рис. 3.11);
– закінчують побудова карти загазованості лінією гранично припустимих концентрацій.

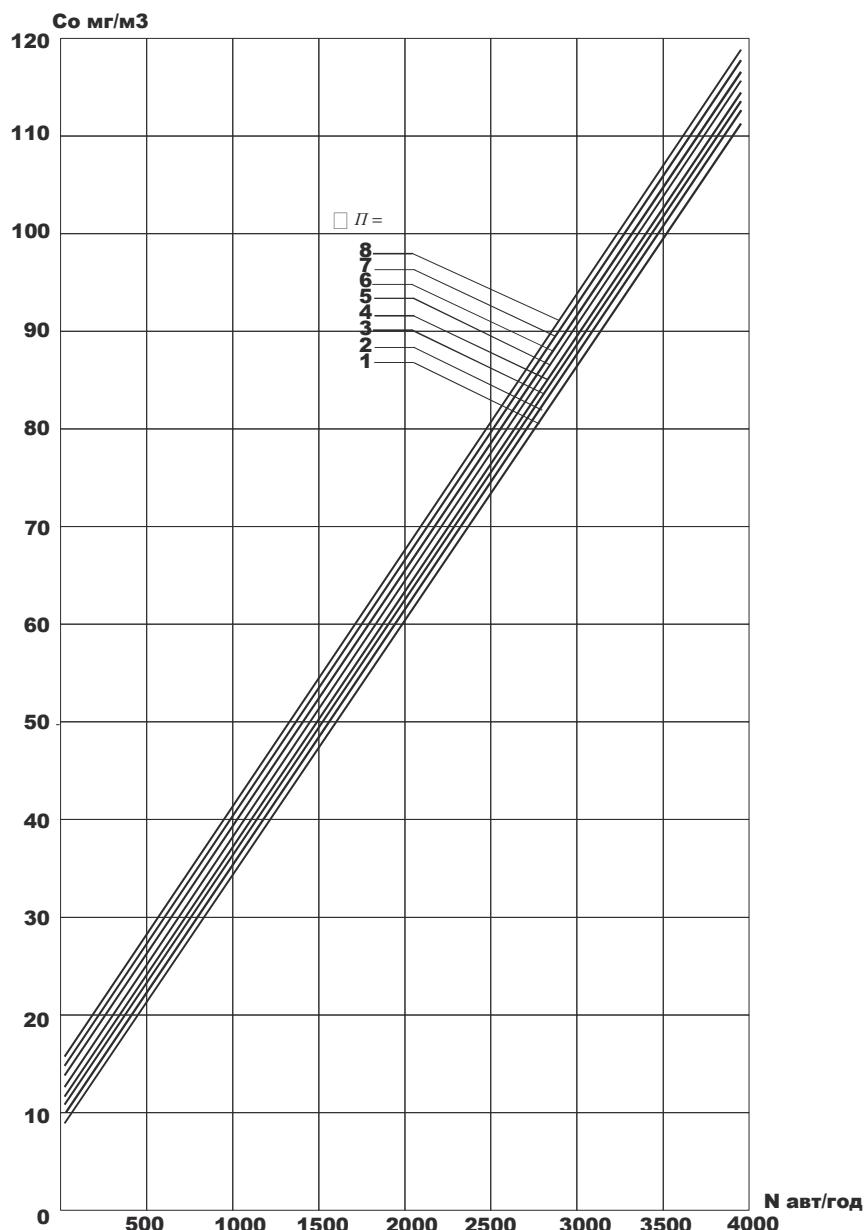


Рис. 3.6. Залежність початкової концентрації C_0 CO від інтенсивності автомобільного потоку N та суми виправлень $\sum \Pi$

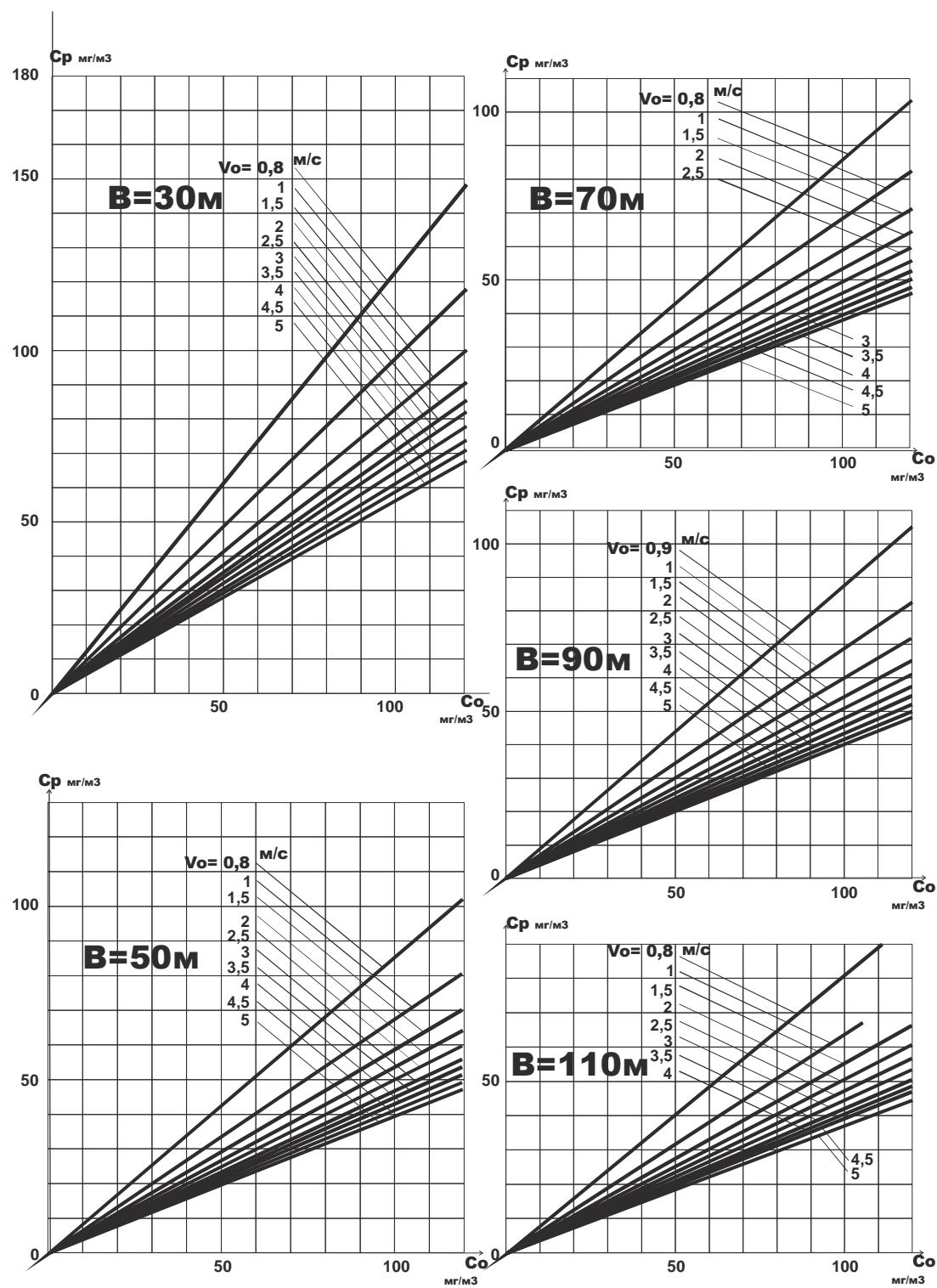


Рис. 3.7. Залежність концентрації окису вуглецю від початкової концентрації та швидкості вітру

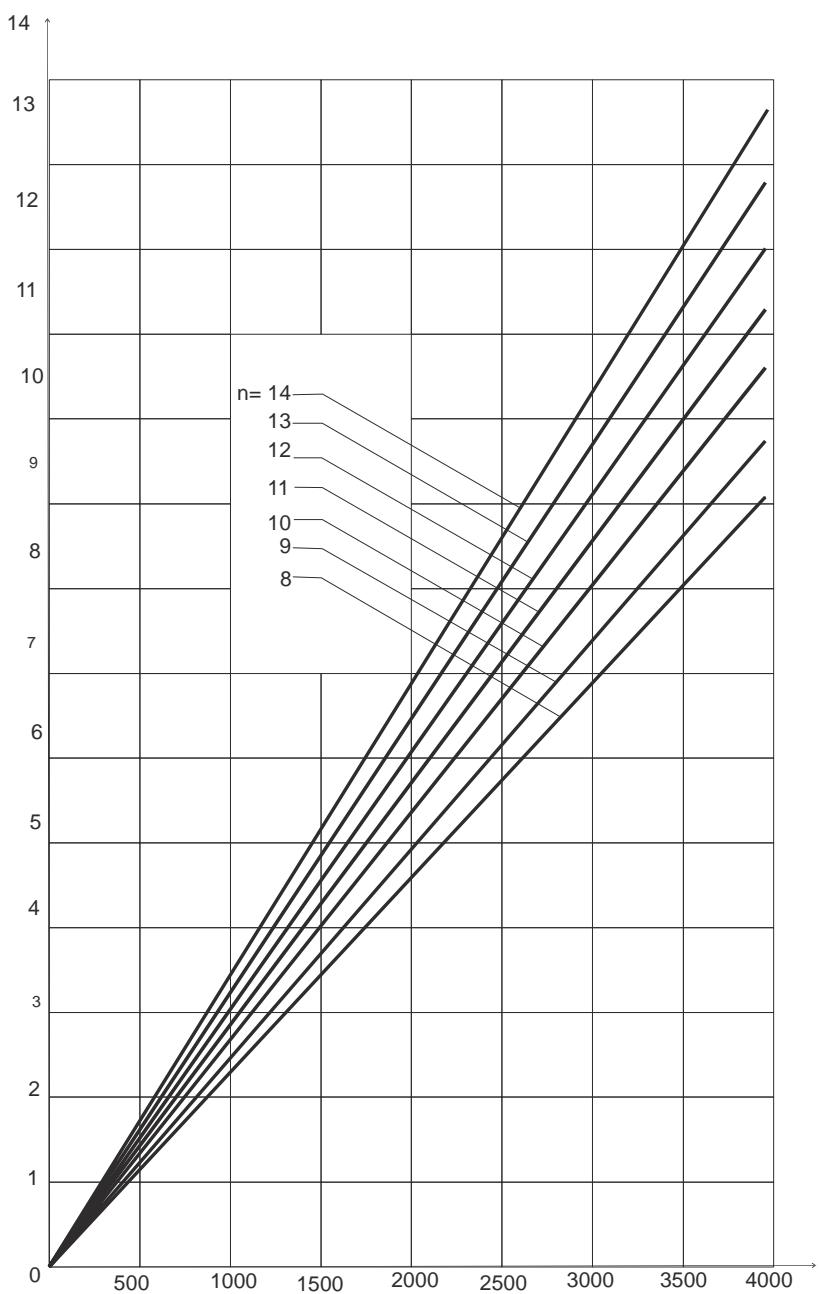


Рис. 3.8. Залежність потужності лінійного джерела від інтенсивності руху автомобілів

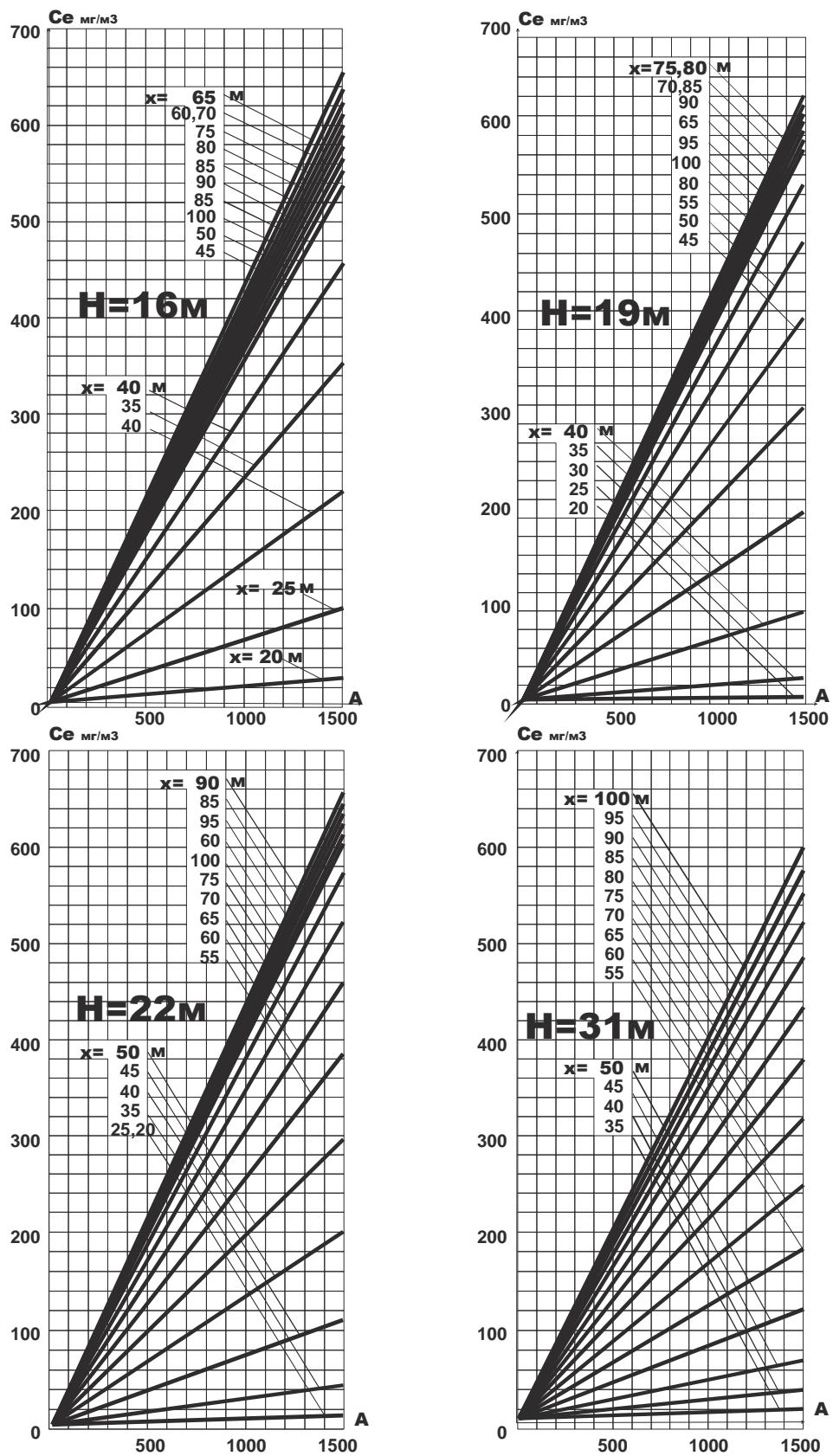


Рис. 3.9. Залежність концентрації окису вуглецю за екраном від відстані

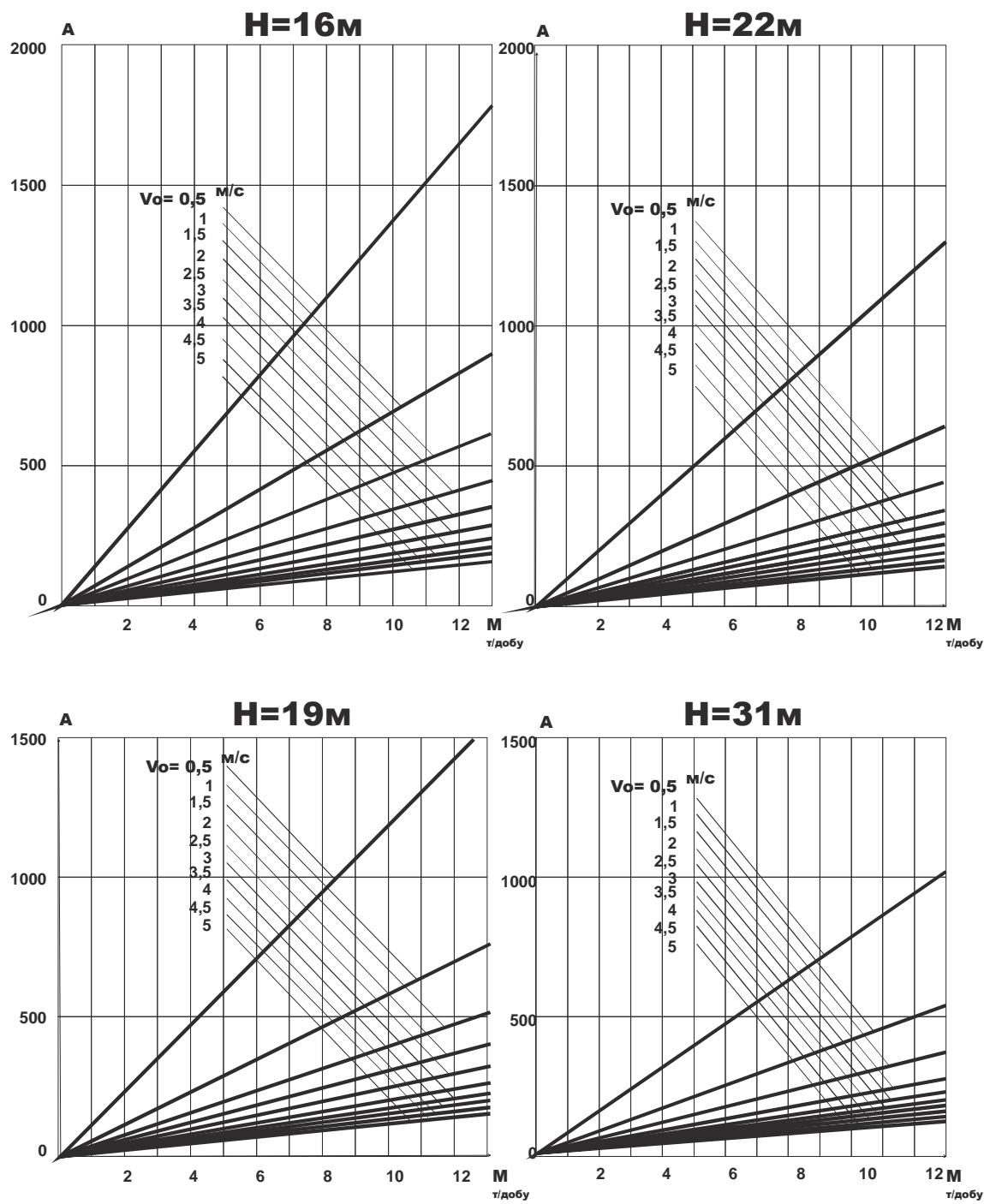
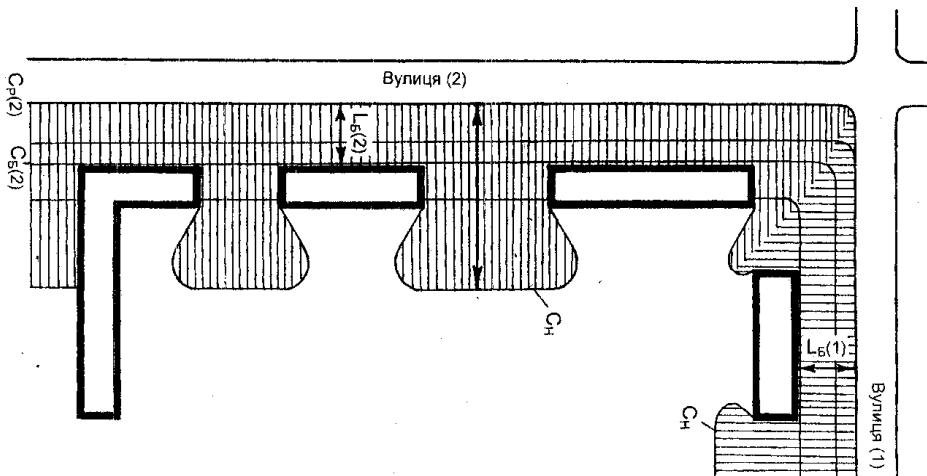


Рис. 3.10. Залежність A від потужності джерела та швидкості вітру



3.2. Заходи щодо захисту повітря від забруднення

Відповідно до нормативних вимог (7.3 ДСП 201-97) обґрунтування заходів із запобігання забрудненню атмосферного повітря вихлопними газами повинне включатися до містобудівної документації.

Ефективність заходів щодо запобігання забрудненню повітря вихлопними газами автомобілів та інших транспортних засобів повинна підтверджуватись розрахунками очікуваних приземних концентрацій домішок (7.4 ДСП 201-97).

Оскільки, вулично-дорожня мережа є розподіленим джерелом викидів, яку охоплює практично все місто, то пило- та газозахисні Рис. 3.11. Фрагмент карти загазованості операції утворення забруднювачів і на зменшення їх маси й концентрації в повітрі.

Зменшення маси викидів досягається шляхом раціонального вибору основного (виробничого) технологічного обладнання та застосування пилогазоочисного обладнання.

Зменшення розповсюдження забруднювачів по території здійснюється шляхом комплексу заходів:

- розсіювання викидів з висотних джерел;
- влаштування суцільних екранів у поєднанні із зеленими смугами та фільтруючим озелененням території;

– зонування – влаштування буферних зон (СЗЗ підприємств, санітарні розриви від об'єктів міської інфраструктури)¹.

За умов існуючого міського середовища ефективність заходів визначається комплексним застосуванням технологічних та містобудівних заходів. У кожному окремому варіанті застосовується комбінація технологічних та містобудівних заходів щодо джерел і об'єктів, що захищають. Щодо джерел впливів передбачається усунення та обмеження викидів технологічними заходами, щодо території – послаблення впливів шляхом їх просторово-вартового розподілу, щодо захищених об'єктів – екранування, кондиціонування та інші види ізоляції від джерел.

Комплексним заходом для міської території є:

– зниження до мінімуму викидів CO і C_xH_y за рахунок підвищення швидкості руху при певному збільшенні викидів NO_2 , та в подальшому зниження впливу зростання викидів NO_2 за рахунок розподілу їх по території (підйом на естакади, провітрювання території, фільтруючого озеленення тощо);

– раціональна реконструкція вулично-дорожньої мережі та організація режимів руху автотранспортних потоків у поєднанні з технологічними заходами на стаціонарних джерелах, як правило, здатні забезпечити нормативний рівень забруднення міської території;

– системне застосування фільтруючих зелених насаджень у поєднанні з традиційними екрануючими уздовж першого ешелону забудови вулиць дозволяє знизити забруднення території в 1,3...1,5 рази. (Одночасне зниження рівня шуму комплексом суцільних і зелених екранів може становити 15 дБА й вище залежно від розривів забудови.);

– застосування фільтруючого озеленення як ефективного газозахисного рішення території. (Оскільки наявність інженерних мереж та естетичні міркування не дозволяють влаштовувати на

¹ Екранування та буферізація втрачають сенс при високих джерелах викидів. (Висота джерел викидів дахових котелень, ТЕЦ і інших теплоенергетичних об'єктів досягає 120 м. При цьому домішки NO_2 розповсюджуються на відстань кількох десятків кілометрів).

вулицях суцільні екрани та широкі зелені смуги. Також за умов щільної забудови важко реалізувати достатні санітарні розриви.)

Газозахисні властивості території обумовлені поступовим розведенням домішок у все більших об'ємах повітря (розведення), екрануючих ефектів елементів ландшафту (екранування) та фільтруючими можливостями складових середовища, у т.ч. вод, ґрунтів, рослинності (фільтрація). Принциповим питанням для проектування на міській території є необхідність поєднання екрануючого та фільтруючого озеленення.

Розведення. Попередні оцінки потенціалу самоочищення середовища (10.9 ДБН 360-92) за рахунок розсіювання домішок і їх розведення здійснюються за допомогою параметру споживання повітря (СП) та індексу самоочищення повітря (C_{mp}/C_{cd}), які описані в літературі.

Екранування. Екрануючі ефекти суцільних споруд і зелених смуг посилюються під час їх комплексного застосування. За допомогою комплексних екранів доцільно одночасно забезпечувати функції газо- та шумозахисту.

Фільтрація. Фільтруючі властивості рослинності на кілька порядків переважають внесок інших складових середовища.

Газозахисні екрануючі споруди

Розміщення будівель і споруд повинно забезпечувати захист (екранування) внутрішньо квартальної території від прямого впливу викидів автотранспортних потоків, а також провітрювання території від накопичених шкідливих домішок¹.

¹ Захисні властивості суцільних екрануючих споруд щодо зменшення впливів автотранспортних потоків можна розглядати лише по відношенню до максимальних разових концентрацій C_{mp} . За нічний період залишкове забруднення розповсюджується з вітром по значній території.

Зниження концентрації забруднювачів у повітрі житлової забудови¹ з віддаленням від джерела забруднення визначається за формулою:

$$C_{зах} = C_{pm} - dC_{екр} - dC_{зел},$$

де $C_{зах}$ – концентрація СО в РТ за наявності захисної споруди, мг/м³;

C_{pm} – концентрація СО в РТ за відсутності захисних споруд, мг/м³;

R_{pm} – відстань від джерела викидів до РТ, м;

$dC_{екр}$ – зниження СО суцільною екрануючою спорудою, мг/м³;

$dC_{зел}$ – зниження СО зеленими насадженнями, мг/м³.

Фізична картина екраниування хімічного забруднення комплексом будівель і споруд вкрай складна, специфічна в кожному випадку й може бути отримана лише шляхом прямих вимірювань. Орієнтовна оцінка визначається на основі апроксимації даних натурних вимірювань для типової забудови та елементів ландшафту (табл. 3.8; 3.9).

Таблиця 3.8

Ефективність екрануючого ефекту споруд щодо зниження концентрації пилу (за даними натурних вимірювань)

Прийом	Ефективність зниження початкового забруднення
9-поверхова периметральна забудова (без арок)	до залишкового рівня 40-60% або в 1,7-2,5 рази
9-поверхова периметральна забудова (з арками)	до 50-70% або в 1,4-2,0 рази
за наявності проїздів і розривів між будівлями на рівні 1-го поверху	до 68,4% від вуличної (1.5 рази)
на вищих поверхах	до 40% (в 2,5 рази)

¹ Глибина зони зниження забруднення повітря за спорудами становить 30...60 м [19]. На відстані 4Н_{заб} (4-х висот забудови), як правило, спостерігається невелике підвищення концентрації. Далі її зниження відповідає умовам відкритого простору [140].

Таблиця 3.9

Залишкові концентрації пилу $C_{пил.заб}$ (%) в атмосферному повітрі за суцільними захисними спорудами в порівнянні з примагістральною територією, де $K_{аж}$ – коефіцієнт ажурності

Суцільні захисні споруди	$C_{пил.заб}$, %
зонована забудова	10
будівлі висотою 5...9...12...15 м	40...25...15...5
земляний насип, відкіс або виїмка висотою 2...3...5 м	50...40...30
земляний насип (кавальєр) ширину 6...10 м	60...50
суцільний екран ($K_{аж} = 1$) на відстані 15 м від брівки:	
- висота 14 м, ширина 0,7 м, довжина 300 м	40
- висота 9 м, ширина 0,7 м, довжина 300 м	54
вільна забудова без озеленення на відстані 80 м	25...70

Оцінки для різних інгредієнтів забруднення прив'язуються до найбільш численних та детальних натурних вимірювань концентрацій вуглецю оксиду C_{co} та пилу $C_{пил.}$.

На газошумовий режим також багато в чому впливають зонування примагістральної забудови, прийом забудови, поверховість будинків і розташування джерела забруднення повітря (табл. 3.10).

Очікувана приземна концентрація окису вуглецю за фронтальної забудови екрануючих будівель із проїздами та розривами розраховується за формулою:

$$C_{CO.заб} = \frac{C_{CO.pm}}{3,3H_{заб} + 1}$$

де $C_{CO.заб}$ – концентрація СО в РТ за наявності екрануючої забудови, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$C_{CO.pm}$ – концентрація СО в РТ за відсутності екрануючої забудови, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$H_{заб}$ – висота екрануючої периметральної забудови, м.

Таблиця 3.10

Зниження концентрації вихлопних газів автотранспорту забудовою й елементами рельєфу (рівень забруднення на краю проїзної частини прийнятий за 100%)

Прийом	Ефективність зниження початкового забруднення вихлопними газами
Зонування забудови (найближча до магістралі зона - будинки торговельного, комунально-побутового призначення, друга зона – малоповерхова житлова забудова, третя – забудова підвищеної поверховості, четверта – дитячі, лікувальні заклади)	до 90%
Периметральна 9-поверхова забудова	40-60%
Теж з арками з боку магістралі	35-50%
Вільна забудова при відсутності захистного озеленення з боку транспортного потоку (80 м від магістралі)	30-75%
Розташування проїзної частини у виїмці	15-40%
Розташування проїзної частини на насипі	15-40%

Коефіцієнт несуцільноті забудови $k_{заб.i}$ (враховує зміну екрануючого ефекту для різних речовин завдяки проїздам і проміжкам між торцями будівель).

Таблиця 3.9

Зміна екрануючого ефекту для різних речовин

Речовина		$C_{i,заб}, \%$	$k_{заб.i}$
водень фтористий	HF	80	0,008
сполуки свинцю	Pb	75	0,010
пил (зважені речовини)	пил	70	0,015
азоту діоксид	NO_2	60	0,020
вуглецю оксид	CO	45	0,040
аміак	NH_3	35	0,060
ангідрид сірчистий	SO_2	30	0,080
сажа	C	20	0,130
вуглеводні сполуки	C_xH_y	10	0,300

Застосування газозахисних зелених насаджень

Нейтралізація забруднення повітря зеленими насадженнями

Зелені насадження, знижуючи силу вітру й затримуючи вітровий потік, сприяють затримці газів, що втримуються в ньому, пилу і снігу.

Захист населення від забруднень шляхом озеленення території передбачає комплекс комбінованих екранів між джерелами викидів і житловою забудовою, а також розподілених площинних зелених фільтрів на її території.

З метою захисту житлових територій від забруднення вихлопними газами автомобілів застосовують газозахисне озеленення у вигляді смуг посадок дерев і чагарників з густою гіллястістю та щільною кроною й низьким штамбом. З боку магістралі по краю смуги висаджують живу огорожу.

Для створення умов розсіювання газоподібних інгредієнтів ширина магістралі (включаючи смуги зелених насаджень) повинна бути в 2–2,5 рази більше висоти прилягаючих споруджень.

Таким чином, для екранування автотранспортних викидів у зоні житлової забудови рекомендуються зелені насадження, що одночасно сприяють як турбулентному перемішуванню й підйому домішок, так і їх фільтрації, накопиченню в межах смуги:

- ширина магістралі в 2,0.. .2,5 рази більша висоти прилеглих будівель;
- форма перерізу смуги – трикутна;
- дерева з низьким штамбом, під кроновим чагарником і живою огорожею;
- 2-рядні смуги насаджень поєднуються із суцільним екраном;
- рух транспорту в природних озеленених виїмках і ярах;
- необхідно забезпечувати відстань від краю проїздів частини до найближчого стовбура дерева 4 м (до крони - 0,5 м), до чагарника – 1,5 м, до автостоянок – 10 м (3.4.3 та п. 3.7.5 ДСТУ 3587-97).

Для зниження рівня загазованості окремих локальних об'єктів рекомендуються деревинно-чагарникові насадження щільної структури.

Для екранування локального впливу низьких джерел легенів і середніх газів, димових аерозолів, запахів за рахунок розсіювання [СП 5199-90] рекомендуються зелені насадження:

- система щільних незалежних смуг зелених насаджень висотою Н, що сприяє турбулізації й підйому домішок на висоту близько 8Н;
- розриви між смугами насаджень шириною (2...5) Н; при розривах менших 2Н турбулізація (вихроутворення) зникає за рахунок взаємодії смуг;
- прямокутна форма перерізу смуги;
- насадження I і II ярусів із щільним чагарником з боку джерел;
- 5...8-рядні смуги дерев із підкроновим чагарником щільної структури; міжрядна відстань 1...3 м; ширина смуг 22...25 м.

Для зменшення **фонового забруднення** атмосфери необхідно передбачати посадки фільтруючого типу (ажурної структури)¹. Фільтруючі зелені насадження застосовують для зменшення впливу високих (ТЕЦ, котельні) або розподілених по території (автотранспорт) джерел викидів.

Рекомендації щодо фільтруючих насаджень для зниження рівня забруднення території за рахунок накопичення та поглинання рослинами шкідливих речовин:

- попереднє розсіювання домішок газостійкими екрануючими смугами;
- площі фільтруючих насаджень понад 0,1 га;

¹ Лісопаркові насадження (залежно від складу рослин) за вегетативний період поглинають значну кількість шкідливих домішок з атмосферного повітря, що забезпечує зниження фонового рівня забруднення території. Ступінь поглинання забруднювачів рослинами різних видів обумовлений багатьма факторами: механічний та конвективний перерозподіл потоків повітря; осад твердих часток і аерозолів у механічному фільтрі; фізико-хімічні особливості газопоглинання; здатність рослинних тканин накопичувати забруднювачі; вплив забруднювачів на метаболізм рослин.

- вільне розміщення смуг або груп дерев із ажурною структурою;
- шахматне або стрічкове розміщення груп насаджень (куртин);
- трикутна форма перерізу угрупування рослин;
- 7...10-рядні смуги або групи дерев з крупними широкими кронами (штамб вище 3 м, чагарник – до 0,7 м) з міжрядною відстанню 4...12 м при ширині смуг або діаметрі угрупування рослин 26...32 м;
- багатоярусні насадження обмеженої площині;
- переважаюче партерне озеленення;
- обсадження майданчиків і доріжок нещільне, живі огорожі нижче 0,75 м;
- фактори провітрювання: відкриті об'єми в межах озеленення біля 35%; орієнтація вулиць та розривів насаджень – у напрямку переважаючих вітрів; розкриття дворового простору в бік зеленого масиву або водоймища.

Найбільш ефективні рослинні фільтри газоподібних домішок: дуб, каштан, клен ясенелистий, в'яз листуватий (берест), тополі піраміdalна (італійська), шовковиця чорна.

Осереднені показники поглинання рослинами азоту діоксиду:

- озеленена територія (1/3 дерев, 1/3 кущів, 1/3 газон) – 5,6 г NO_2/m^2 ;
- посадка прилеглих смуг дерев і чагарників – 7,8 г NO_2/m^2 ;
- щільна посадка дерев із підкроновим чагарником (ліси) – 15,6 г NO_2/m^2 .

Враховуючи маси викидів критичних забруднювачів і газопоглинання в складі дендроплану окремого проекту розраховуються площині фільтруючого озеленення, які забезпечують нормативний стан території.

Для захисту чутливих до забруднення рослин їх слід відокремлювати від джерел викидів буферними насадженнями з високою фітоценотичною стійкістю до шкідливих домішок.

Ефективність поглинання шкідливих речовин захисною смugoю залежить від її структури й асортиментів дерев і чагарників – виду рослин, кількості дерев і їх рядів, структури, висоти та площи насаджень.

Підбір породного складу здійснюється за урахування ступеня стійкості рослин до газів.

Розміщення насаджень на території та підбір асортименту рослин слід здійснювати за урахування їх чутливості до забруднення повітря, можливості взаємозахисту в послідовних буферних смугах насаджень, міжвидової спорідненості, захисних і оздоровчих властивостей. Особливої уваги вимагає розміщення хвойних рослин, які, з одного боку, частково зберігають захисні властивості взимку, але, з іншого боку, значно більше пошкоджуються в забрудненій атмосфері, ніж листяні породи.

Зниження концентрації шкідливих газів екрануючими смугами насаджень має місце лише в період вегетації¹, пилу – частково й зимою.

Екранування зеленою смugoю газоподібних домішок ($C_{i,\text{zel}}$) визначається за формулою:

$$C_{i,\text{zel}} = \frac{C_{i,pm}}{k_{\text{zel},i}},$$

де $C_{i,\text{zel}}$ – концентрація i -ої речовини C_i в РТ за зеленою смugoю, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$C_{i,pm}$ – C_i у РТ за відсутності зеленої смуги, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$k_{\text{zel},i}$ – коефіцієнт газозахисту смуги зелених насаджень.

Ефективність зниження екрануючими смугами зелених насаджень концентрації домішок $k_{\text{zel},i}$ (разів) в атмосферному повітрі для періоду вегетації наведені в табл. 3.12, де Cl – сполуки хлору; F – сполуки фтору. Проміжні значення обчислюються шляхом двофакторної інтерполяції.

¹ Вегетація – період, активної (у відмінності від стану спокою) життєдіяльності рослинних організмів.

Таблиця 3.10

**Рекомендовані оцінки зниження концентрації
автотранспортних викидів $k_{\text{зел.}i}$ (разів) в атмосферному повітрі
за екрануючими смугами зелених насаджень для періоду
вегетації**

Параметри смуг зелених насаджень			$k_{\text{зел.}i}$, разів									
конструкція	ви-соста, м	ширина, м	NO_2	Pb	CO	CH	C	Пил	SO_2	H_2S	Cl	F
смуга чагарнику	1,2	1...2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,3	11,1	1,1
дерева із кущами:												
1 ряд	5-10	5-10	1,5	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	2,0	11,2	1,2
1...2 ряди	5-10	10-20	4,4	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	2,0	6,3	22,3	2,3
2...3 ряди	5-15	10-20	5,0	1,3	1,1	1,4	1,4	1,4	2,3	7,1	22,6	2,6
3...4 ряди	5-15	20-30	5,8	1,4	1,2	1,7	1,7	1,7	2,7	8,3	33,0	3,0
4 ряди	10-15	25-30	7,0	1,5	1,3	2,0	2,0	2,0	3,2	10,0	33,6	3,6
більше 4 рядів	5-10	30-40	7,0	1,5	1,3	2,0	2,0	2,0	3,2	10,0	33,6	3,6
більше 4 рядів	10-15	40-50	8,8	1,7	1,3	2,5	2,5	2,5	4,0	12,5	44,5	4,5
зелений масив	10-15	> 100	11,6	2,0	1,4	3,3	3,3	3,3	5,3	16,7	66,0	6,0

Ефективність газозахисних смуг різної конструкції, відсоток, залежно від прийомів озеленення:

- однорядна посадка дерев з живоплотом із чагарнику (завширшки 10 м) – 5-7%;
- дворядна посадка дерев з живоплотом із чагарнику (завширшки 20-30м) – 7-15%;
- три- та чотирирядна посадка дерев з живоплотом із чагарнику (завширшки 25-30м) – 10-15%;
- бульвар (шириною 70 м) – рядова й групова посадка дерев і чагарників – 10-15%;
- багаторядна посадка дерев або зелений масив (завширшки 100 м) – 25-30%.

Газозахисну ефективність зелених насаджень¹ можна визначити за табл. 3.11 і 3.12, беручи рівень забруднення повітря на краю проїзної частини магістралі з підвітряної сторони за 100%.

¹Зниження концентрації окису вуглецю зеленими насадженнями залежить від геометричних розмірів і ажурності (щільності) смуг дерев і чагарників. Захисна смуга повинна складатися зі швидкозростаючих порід дерев з низьким штамбом і щільнозімкнутими кронами, нижній ярус яких повинен бути заповнений чагарником.

Таблиця 3.11

Газозахисну ефективність зелених насаджень

Тип або конструкція смуги зелених насаджень	Ширина смуги, м	Зниження рівня концентрації окису вуглецю, %
Однорядна із двоярусним живоплотом на передньому плані й шаховою посадкою дерев усередині смуги	10-14	40-45
Те ж	14-20	50-55
Дворядна з розривами між рядами 3-5 м	20-30	55-60
Дво- або трирядова з розривами між рядами 3...5 м	25-30	60-70

Таблиця 3.12

Газозахисна ефективність зелених насаджень (на відстані 15 м від джерела забруднення за даними моделювання)

Тип посадок	Геометричні характеристики зелених насаджень, м				Коефі-цієнт ажурності	Газозахисна ефективність, %
	довжи-на	висота	висота штамба	ширина		
Чагарник	300	1,6	-	0,8	0,72	5
Однорядна посадка дерев	300	9	1,6	2	0,17	16
Те ж	300	14	3	3	0,23	22
Однорядна посадка дерев із чагарником заввишки 1,6 м	300	9	1,6	4	0,28	28
Дворядна посадка дерев	300	9/14	1,6/3	6	0,32	31
Те ж із чагарником заввишки 1,6 м	300	9/14	1,6/3	7	0,41	38
Непрозорий екран	300	9	-	0,7	1	46
Те ж	300	14	-	0,7	1	60

Вертикальному провітрюванню сприяє чергування озеленених і відкритих ділянок територій: над забудованою територією через перегрів поверхні покриттів і стін споруджень

утворюються висхідні потоки забрудненого повітря, які витісняються більше холодним повітрям, що надходить із зелених посадок.

Листя дерев і чагарників сприяє очищенню повітря від пилу. До асортименту пилозахисних насаджень включають рослини із шорсткуватим, зморшкуватим листям, густим розгалуженням і великою масою листів (увовлення пилу ефективно здійснюється рослинами: *дерева* – айлант, клен ясенелистий і гостролистий, верба біла плакуча, тополя канадська, каштан кінський, береза бородавчаста, бузок звичайний, вільха клейка, липа крупнолиста, ліщина, горобина арія; *чагарники* – бірючина звичайна, глід колючий, бузок звичайний, бузина червона, бузина чорна, жимолость татарська, калина цілолиста, троянда зморшкувата, троянда жовта і т.п.).

Ефективність захисних смуг щодо накопичення пилу досить велика (табл. 3.15).

Ефективність екранування для конструкції (газон +чагарникова смуга шириною 10 м + газон) становить понад 98%, у тому числі:

- накопичення пилу газоном між дорогою й чагарником – 55%;
- на чагарнику – 43%;
- на газоні за чагарником – 1,9%.

Таблиця 3.15

Зниження концентрації пилу $P_{\text{пил}_{\text{зел}}}$ (%) в атмосферному повітрі примагістральної території екрануючими смугами зелених насаджень

Насадження	Висота, м	Ширина смуги, м	$P_{\text{пил}_{\text{зел}}}$, %	
			літо	зима
смуга чагарнику	1,0...1,5	0,5...1,0	5,0	0
1	2	3	4	5
дерева з кущами:				
1 ряд дерев	5,0...10,0	5,0...10,0	10,0...20,0	0,0...3,0
1 ряд дерев	10,0...15,0	5,0...10,0	20,0...30,0	3,0...5,0
2 ряди дерев	5,0...10,0	10,0...20,0	20,0...30,0	5,0...7,0

Закінчення табл. 3.15

1	2	3	4	5
2 ряди дерев	10,0...15,0	10,0...20,0	30,0...40,0	7,0...10,0
3 ряди дерев	5,0...10,0	15,0...20,0	30,0...40,0	10,0...11,0
3 ряди дерев	10,0...15,0	20,0...30,0	40,0...50,0	11,0...12,0
4 ряди дерев	5,0...10,0	20,0...25,0	40,0...50,0	12,0...15,0
4 ряди дерев	10,0...15,0	25,0...30,0	50,0...60,0	15,0...18,0
більше 4 рядів дерев	5,0...10,0	30,0...40,0	50,0...60,0	18,0...20,0
більше 4 рядів дерев	10,0...15,0	40,0...50,0	60,0...70,0	20,0...25,0
зелений масив	10,0...15,0	більше 100,0	70,0...80,0	25,0...30,0

4. БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА УМОВ АЕРАЦІЇ

4.1. Карти аерації як основа проектування інженерного благоустрою

Аераційний режим території. Загальні поняття

Аераційний режим піддається найбільш сильним змінам (міняються швидкість і напрямок повітряного потоку) під впливом різного роду перешкод (забудова, елементи благоустрою, зелені насадження й ін.). У деяких випадках прийоми архітектурно-планувальної організації забудови стають причиною виникнення місцевих повітряних потоків.

Основний регулятор вітрового режиму в міському середовищі – забудова. На цьому масштабному рівні є досить ґрунтовна наукова база для якісної й кількісної оцінки й урахування вітрового режиму в процесі проектування.

Гігієністами встановлена верхня межа комфортної швидкості вітру, що дорівнює 3,5 м/с. У межах житлової забудови припустимими можуть бути швидкості до 5 м/с (швидкості вітру понад 5-6 м/с, «подразнюючі» з погляду механічного впливу на

фізіологічні функції організму людини). Оптимальними швидкостями за відсутності сильного морозу вважаються швидкості вітру 1-2 м/с.

Дані про вітровий режим (включаючи спеціальні карти-схеми районів переважного напрямку вітру) в ДСТУ –НБ В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія і в «Довіднику проектувальника. Містобудування».

Оцінка вітрового режиму території міста

У цей час розроблені графоаналітичні методи розрахунку вітрового режиму, і методи його фізичного моделювання (в аеродинамічній трубі й гідролотку). Однак, методи моделювання, незважаючи на їхню наочність і більшу мобільність, не завжди можливо використовувати. Тому, як правило, у процесі проектування застосовують графоаналітичні методи.

Аналіз і оцінка просторової й часової динаміки *вітрового режиму* є одним з результатів архітектурного аналізу клімату. Сюди входить побудова й аналіз рози вітрів¹. Крім напрямку вітру наносяться його швидкості за різними градаціями і проводиться оцінка ступеня сприятливості сторін горизонту за вітровим показником (рис. 4.1).

Більше точними даними для характеристики вітрових умов конкретного місця є показники напрямку й швидкості вітру за місяцями. В окремих районах можуть проводитися оцінки різних сполучень напрямку й швидкості вітру з іншими метеорологічними елементами (температура, вологість тощо) і явищами (заметілі, тумани та ін.).

¹ Рози вітрів складаються за даними метеостанції, що вимірюються на висоті флюгера 10-15 м, а аераційний режим міської забудови формується в так званому шарі проживання людини, тобто на висоті 2 м від рівня землі.

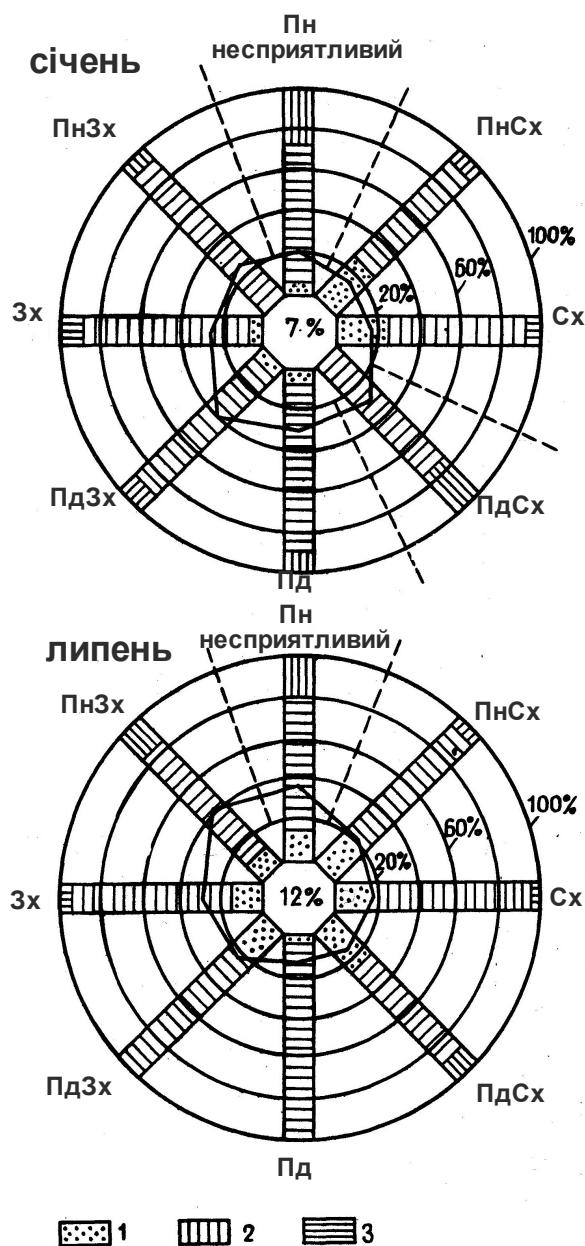


Рис. 4.1. Кліматичний паспорт міста:

швидкість вітру за січень і липень: 1 – швидкість вітру 0-1 м/с; 2 – те ж 2-5 м/с; 3 – те ж, більше 5 м/с.

Оцінка вітрового режиму в рамках генерального плану міста проводиться на основі встановлених закономірностей його формування під впливом елементів міського ландшафту і його структури в цілому (співвідношення озеленених і забудованих територій; орієнтація вулиць і магістралей; характер забудови; наявність рельєфу, водойм і т.п.). В окремих випадках проводяться

спеціальні натулярні обстеження. Результатом оцінки вітрового режиму є карта аерації всього міста або його окремих районів.

Як критерій оцінки аераційного режиму на території забудови залежно від умов вітрового режиму беруться такі показники: за умов підвищених швидкостей вітру – коефіцієнт захищеності території (відношення швидкості вітру в забудові до швидкості вітру на відкритій незабудованій території); за штильних умов – коефіцієнт продувності території.

Оцінка аераційного режиму житлової забудови

Методика оцінки аераційного режиму території забудови дозволяє визначити характер формування вітрового режиму на окремих ділянках (зони посилення вихідної швидкості вітру, зони завихрень і т.д.). За урахування форми й розміру вітрових тіней будинків і зелених насаджень і їх взаєморозташування на ділянці. Оцінку розподілу швидкості вітру на всій території забудови за урахування взаєморозташування будинків проводять на основі номограмного методу, розробленого К. І. Семашко. Цей метод дає можливість вирішити й зворотне завдання: вибрати будинок відповідної поверховості, довжини й орієнтації, а також визначити розриви між паралельно розташованими будинками, які забезпечили б необхідні умови аерації території забудови (див. рішення завдання – визначення оптимальних розривів між будинками з метою регулювання вітрового режиму на житлової території).

Послідовність проведення оцінки вітрового режиму (за умов сильних вітрів) під час проектування житлової забудови на вільній території така:

1 – аналізується вітровий режим на площині майбутньої забудови за даними метеостанції й вводяться виправлення на рельєф місцевості на висоту 2 м. Виявляються переважаючі напрямки вітру в різні пори року. Особлива увага приділяється зимовим вітрам;

2 – задається коефіцієнт зниження вихідної швидкості вітру (він може бути різним для вітрів, що переважають, наприклад, у зимову й літню пору року);

3 – установлюється бажане відсоткове співвідношення затінюваної від вітру й провітрюваної території для кожного переважаючого напрямку вітру (як правило, не більше двох-трьох);

4 – за допомогою графіка (рис. 4.2) або номограми на плані планування й забудови (із вказівкою поверхності будинків) визначаються контури вітрової тіні від кожного будинку й коефіцієнти, що характеризують зниження швидкості вітру на окремих ділянках у забудові відносно даної метеостанції (рис. 4.3). За потреби вносяться зміни до ескізу планування й забудови території. Користуючись приведеними на рис. 4.2, б-г графіками, розраховуються і будуються зони оптимальних швидкостей вітру щодо кожного окремо розташованого будинку: площа території вітрового затінення окремим будинком за напрямку вітру під кутом 90° до фасаду визначається за допомогою графіку (див. рис. 4.2. б, в). Графік дозволяє визначати глибину й площу вітрової тіні за різних коефіцієнтів: від 40% до 70% зниження швидкості вітру від вихідної безпосередньо в процесі проектування. Графік забезпечує можливість правильного вибору типів будинків як для умов, коли необхідно знизити вихідну швидкість вітру, так і для умов, коли необхідно зберегти її. (На графіку показана залежність зміни розмірів вітрової тіні від зміни коефіцієнта зниження швидкості вільного вітрового потоку¹).

¹ За умов гірського рельєфу за крутості навітряного схилу від 0 до 50% і за напрямку вітру під кутом 90° до фасаду будинку його вітрової тіні зі збільшенням уклону навітряного схилу коротшає на 10-30% щодо довжини вітрової тіні на плоскому рельєфі.

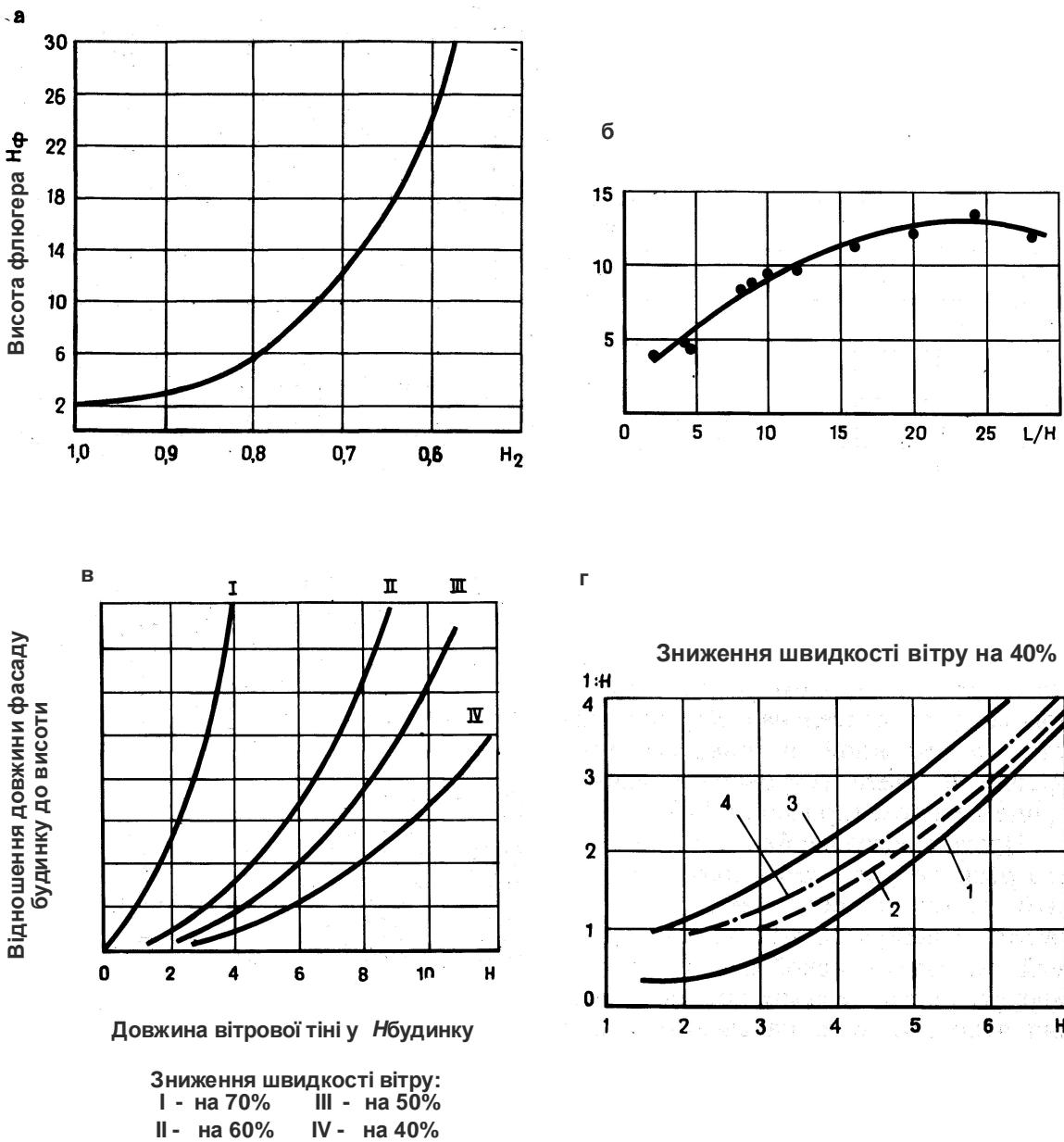


Рис. 4.2. Методи розрахунку аерації в забудові (за К.І. Семашко):
 а – зниження швидкості вітру на висоті 1,5-2 м. (H_2) від рівня землі щодо швидкості вітру на висоті флюгера метеостанції (H_ϕ); коефіцієнт переводу $K = \left(\frac{H_2}{H_\phi} \right)^{1/5}$; б – залежність відношення глибини зони оптимальних швидостей вітру до висоти будинку $\frac{l}{H}$ від відношення довжини будинку до його висоти $\frac{L}{H}$; в – залежність довжини вітрової тіні окремого будинку від відношення довжини фасаду будинку до висоти за напрямку вітру під кутом 90° до фасаду. Зниження швидкості вітру: I – на 70%; II – на 60%; III – на 50%; IV – на 40%; г – розрахунки довжини вітрової тіні за будинком за різні ухили місцевості: 1 – 0%; 2 – 10%; 3 – 30%; 4 – 50%

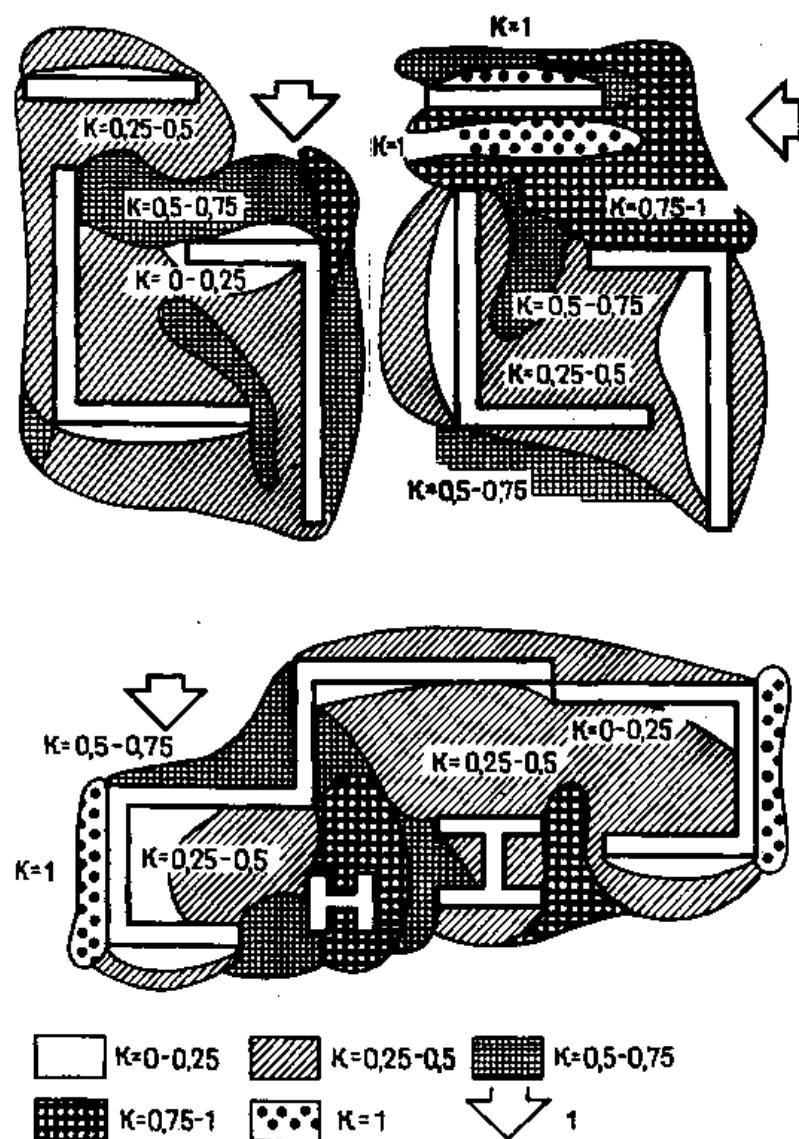


Рис. 4.3. Карты аерації житлової забудови:
 κ – коефіцієнт, що характеризує зниження швидкості вітру в забудові
 відносно даних метеостанції; 1 – напрямок вітру

З характеристикою вітрового режиму безпосередньо пов'язані
 оцінка й розрахунок зон сніговідкладень і пилоперенесення.

Провітрювання території житлової забудови

Оцінка провітрювання території забудови здійснюється
 графоаналітичним методом на підставі встановлених
 закономірностей формування вітряного режиму в приземному шарі

заввишки 2 м під впливом елементів міського ландшафту та структури міської забудови.

Швидкість вітру V_T , м/с, на висоті 2 м від поверхні землі визначають за формулою:

$$V_T = V_\Phi \kappa_\Phi,$$

де V_Φ – швидкість вітру на висоті флюгера метеостанції, м/с;

κ_Φ – поправочний коефіцієнт, визначається за графіком на рис. 4.4.

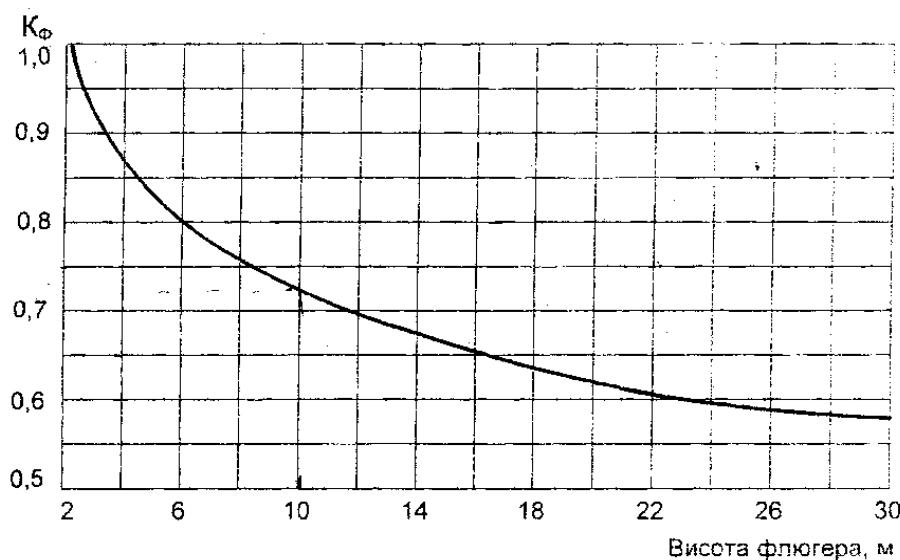


Рис. 4.4. Графік для визначення поправочного коефіцієнта K_Φ

Для побудови карти провірювання території забудови необхідне зменшення швидкості вітру v_t для забезпечення комфортних умов вітряного режиму та довжину вітряної тіні L_v від кожного будинку на території забудови:

$$k_V = \left(1 - \frac{V_k}{V_T} \right) 100\%.$$

Необхідне зменшення швидкості вітру визначають за формулою, де k_V – коефіцієнт зменшення швидкості вітру; V_k – швидкість вітру, що відповідає комфортним умовам, м/с ($1 < V < 4$ м/с); V_T – швидкість вітру на висоті 2 с від поверхні землі, м/с.

Довжину вітряної тіні визначають за формулою:

$$L_v = H k_L,$$

де H – висота будинку, м;

k_L – коефіцієнт довжини вітряної тіні, визначається за графіком на рис. 4.5.

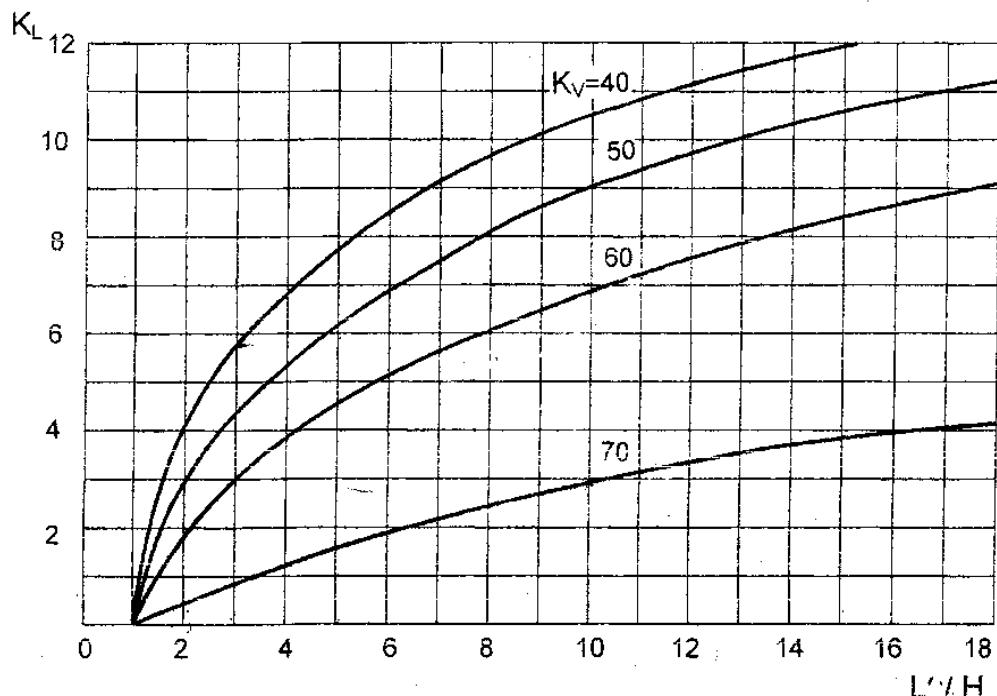


Рис. 4.5. Графік для визначення коефіцієнта вітряної тіні k_L

Активна довжина будинку визначається за формулою:

$$L' = L \cos \alpha,$$

де L' – довжина фасаду будинку, спрямованого до домінуючого напрямку вітру, м;

α – кут між домінуючим напрямком вітру та фасадом будинку (рис. 4.6), град.

Карта провітрювання території забудови складається шляхом побудови контурів вітряної тіні від кожного будинку.

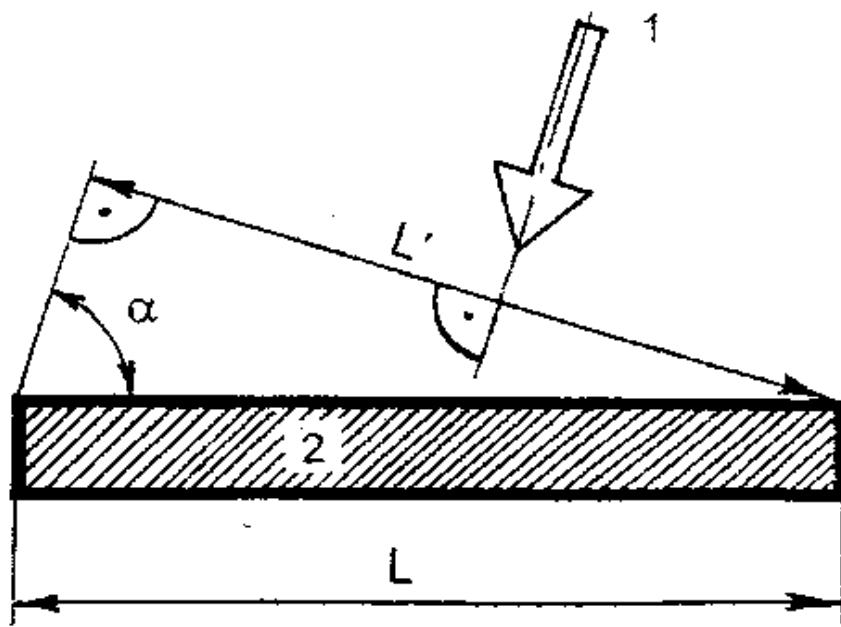


Рис. 4.6. Схема визначення активної довжини будинку:
1 – домінуючий напрям вітру; 2 – будинок

Для побудови контуру вітряної тіні з центру стіни будинку, тильної від домінуючого напрямку вітру, проводять відрізок прямої паралельно цьому напрямку вітру й довжиною L_v , кінець якого плавно з'єднують із зовнішніми вершинами будинку (рис. 4.7).

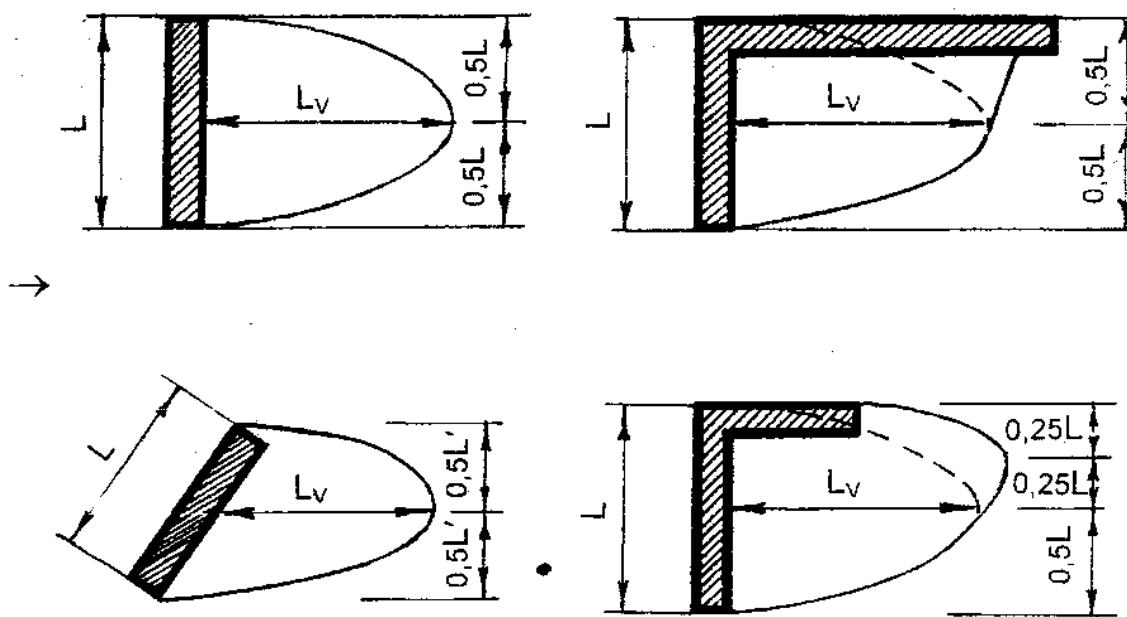


Рис. 4.7. Варіанти побудови контурів вітряної тіні за будинками:
→ домінуючий напрямок вітру

Площу вітряного затінення S_v , м², визначають за формулою:

$$S_v = 0,8LL_v.$$

Дискомфортною зоною території забудови вважається та, на якій вітряний режим відповідає умові $1 > Vm > 4$ м/с.

Сутність розглянутого процесу полягає у взаємодії потоку повітря, що рухається (далі «вітер») і нерухливих перешкод у вигляді будинків, елементів благоустрою, озеленення – забудови в цілому. Забудова впливає на повітряний потік, деформує його напрямок і змінює швидкість. У деяких випадках забудова сама є причиною виникнення повітряних потоків або так званих штучних бризів. Штучні бризи виникають за різниці тиску повітря між окремими ділянками, зокрема, під час виникнення різниці температур на цих ділянках. Такий рух повітря (термічне провітрювання) може виникнути між зеленим масивом і прилягаючою територією забудови, між невеликою водоймою і його берегом, між затіненою частиною ділянки й площадкою, опроміненою сонцем та ін.

Вітер, залежно від сполучення з іншими основними мікрокліматичними факторами (температури повітря, температури випромінюючих поверхонь, вологості повітря), впливає на формування мікроклімату простору житлової забудови (простору між будинками), що має істотне значення під час розміщення окремих елементів житлової території (дитячих майданчиків, пішохідних трас, стоянок автомобільного транспорту, що забруднює атмосферу шкідливими викидами, та ін.). Сильний вітер впливає на утворення снігових заметів і пилових відкладень на житловій території.

4.2. Заходи щодо покращення умов аерації

Питання аерації житлової території пов'язані з прийомами планування й забудови, принципами озеленення й благоустрою, типами й конструкціями будинків.

Основним засобом регулювання вітрового режиму в міському середовищі є забудова. Як додатковий засіб регулювання режиму аерації використовують озеленення.

Розглянемо деякі найбільш типові архітектурно-планувальні рішення житлової забудови, орієнтовані на урахування вітрового режиму, що ставлять за мету: захист території забудови й будинків від сильних несприятливих (холодних або гарячих) вітрів; створення оптимальних умов аерації території й приміщень за рахунок раціонального використання віtru (динамічне провітрювання) і виникнення штучних токів повітря (термічне провітрювання).

Всі заходи щодо регулювання вітрового режиму повинні бути спрямовані на пом'якшення мікроклімату, у першу чергу, на ділянках дитячих дошкільних установ і шкіл, у зонах відпочинку й на основних пішохідних шляхах.

Vітрозахисні екрани

Одним з найбільш ефективних прийомів вітрозахисту житлової території є спорудження спеціальних вітрозахисних екранів, що розташовуються по навітряних межах забудованої території.

Такі екрани мають спеціальні довжину, підвищену поверховість, специфічну об'ємно-планувальну структуру (рис. 4.8).

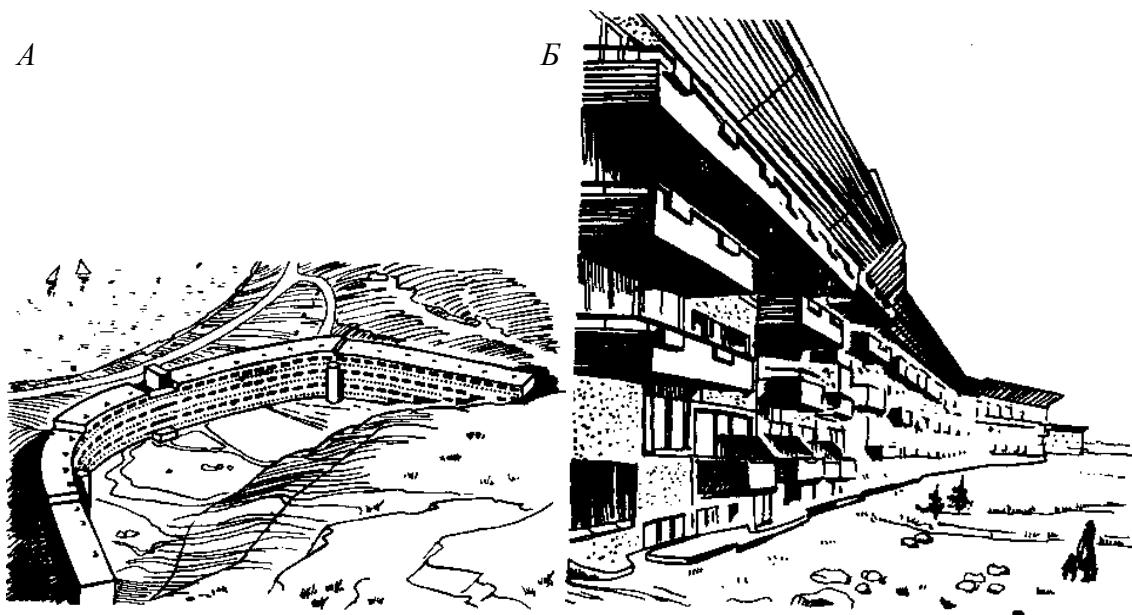


Рис. 4.8. Вітрозахисті будинки:

А – вітрозахисний будинок у г. Сваппаваара на півночі Швеції, південний фасад; *Б* – Житловий комплекс у г. Хаммерфесте, Норвегія

Розмір «вітрової тіні», тобто простору із зонами затишку й ослаблених зворотних токів повітря, утвореного з підвітряної сторони будинку, становить 4-6 його висот. При цьому повне відновлення первісної швидкості вітру спостерігається за будинком на відстані понад 10 висот (рис. 4.9). Довжина корпусу повинна бути не менш 8 його висот.

Через порівняно невеликі розміри «вітрової тіні» на житлових територіях необхідно застосовувати багаторазове облаштування вітрозахисних екранів по глибині забудови, створюючи так звані аеродинамічні групи (рис. 4.10).

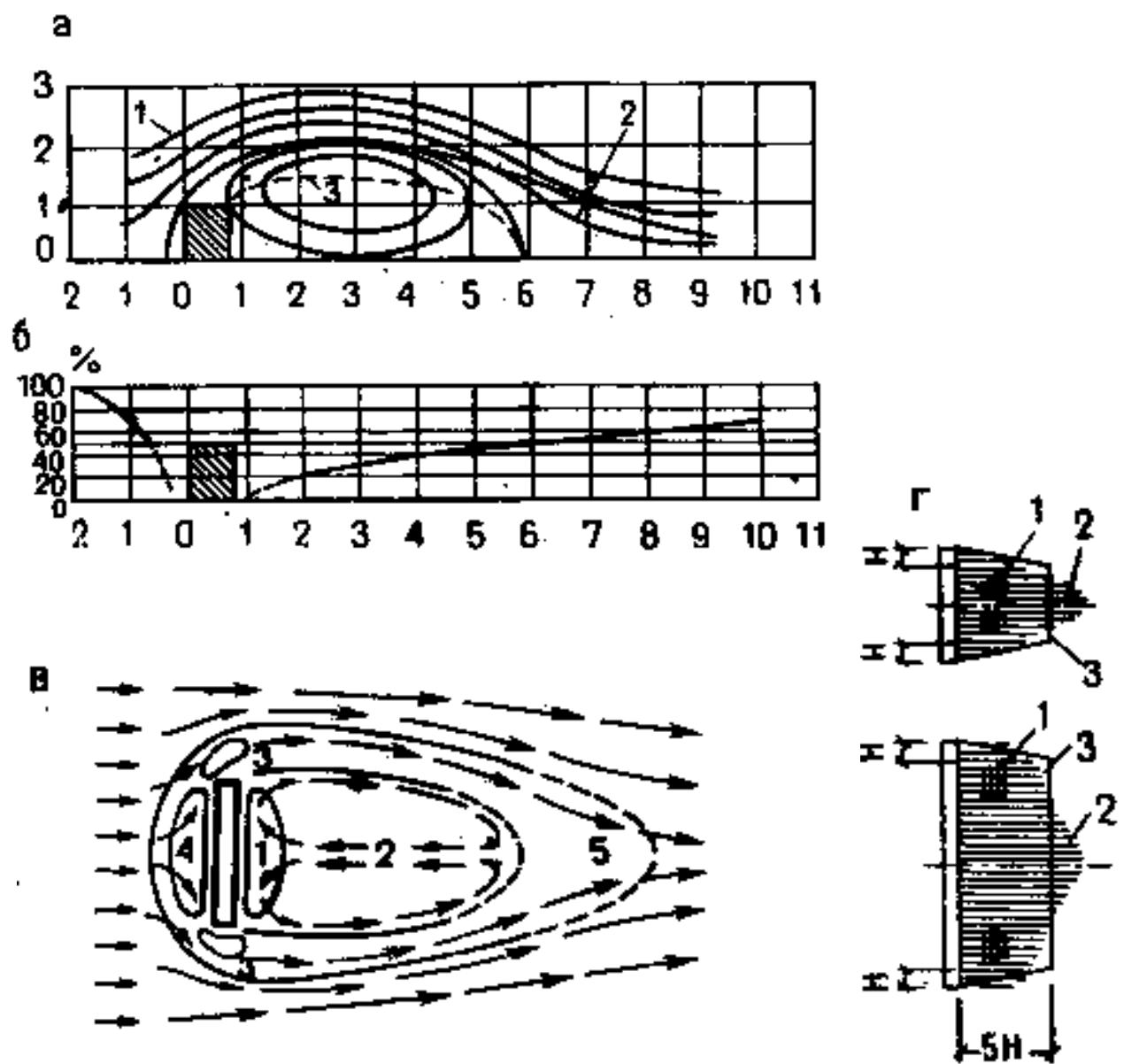


Рис. 4.9. Вплив прямокутного будинку на повітряний потік:

a – теоретична схема обтікання будинку: 1 – лінія току за методом джерел і стоків; 2 – межа зустрічних рухів; 3 – лінія плавного обтікання за методом конформних відображеній; *б* – зміна середньої швидкості вітру в приземному шарі під впливом прямолінійного бар'єра; *в* – напрямок потоків у приземному шарі: 1 – зона затишку; 2 – зона зворотних потоків; 3 – зона посиленіх потоків; 4 – зона гальмування потоків; 5 – зона впливу будинку на повітряні потоки; *г* – експериментальні зони затишку від будинків різної довжини: 1 – $K_c = 0,2$; 2 – $K_c = 0,6$; спрощені конфігурації вітрозахисних зон

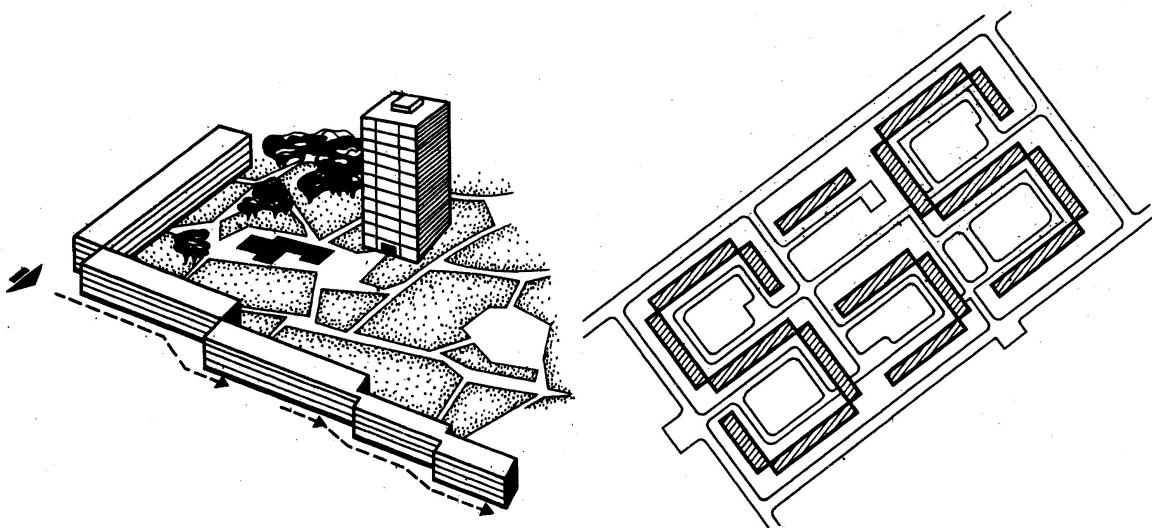


Рис. 4.10. Аеродинамічні групи житлових будинків

Під аеродинамічною групою варто розуміти групу будинків, об'єднаних зоною аеродинамічного впливу основного вітрозахисного будинку. Аеродинамічна група передбачає задану організацію на її території вітрового режиму, задані зниження швидкості вітру й відкладення снігу. Глибина аеродинамічної групи визначається розмірами основного вітrozахисного будинку й дорівнює 11 - 12 його висотам. Висота будинку вторинного захисту повинна бути не більше 0,8 висоти будинку первинного захисту.

Деякою мірою на регулювання вітрового режиму території, що захищають, впливає конфігурація основного вітrozахисного будинку (рис. 4.11, А).

Істотну роль у збільшенні «вітряної тіні» можуть відіграти такі елементи будинку, як дах спеціального профілю, карниз зі збільшеним виносом у розвинені торці, площини яких мають спеціальний кут повороту щодо поздовжньої осі корпуса (рис. 4.11, Б).

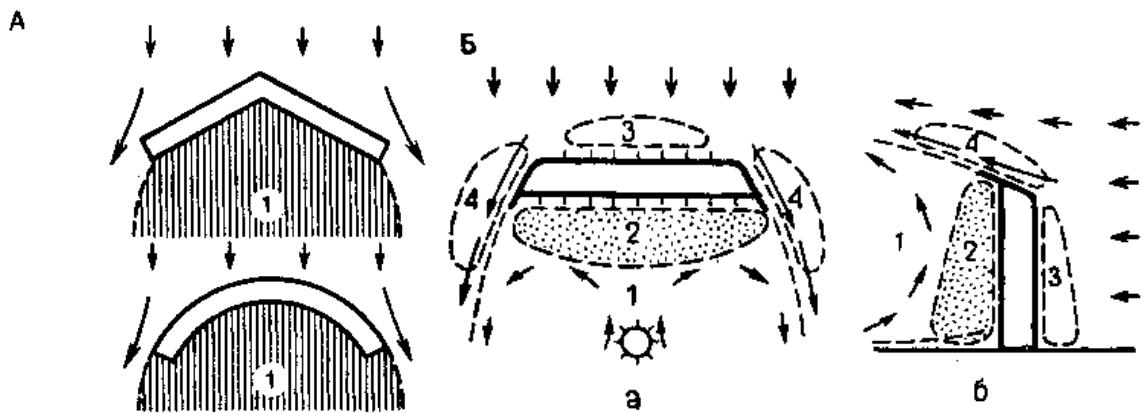


Рис. 4.11. Регулювання вітрового режиму житлової території забудовою:

А – вплив конфігурації плану будинку на характер вітрозахисту:

1 – зона вітрової тіні;

Б – вітрозахисні прийоми, застосовувані в житловому будинку: а – план;

б – розріз: 1 – зона вітрової тіні; 2 – зона вітрового затишку й акумуляції теплового випромінювання сонця; 3 – зона гальмування повітряних потоків; 4 – зона прискорення повітряних потоків

Аеродинамічні групи, за необхідності, можуть поєднуватися в житлові аеродинамічні комплекси, до складу яких входять всі установи повсякденного обслуговування, школа, дитячий садок-ясла. Територія з кращим вітрозахистом і інсоляцією передбачається під ділянки дитячих установ і майданчиків відпочинку. Пішохідні зв'язки проходять або по найбільш захищеним від вітру ділянкам, або через поперечні й поздовжні проходи в будинках.

Для вітрозахисту пішохідних напрямків можуть бути використані додаткові локальні засоби: спеціальні пішохідні галереї, декоративні стінки, щити, стенді й ін.

Завдання захисту житлової забудови від вітру й пилу значно спрощується, якщо вдається максимально запобігти проникненню в місто зовнішніх запилених потоків (приміськими лісозахисними системами, вірно обраною аерогеліотермічною орієнтацією міста й ін.). Однак за сильних вітрів велика кількість пилу буде проходити над міською територією, що обумовлює використання певних прийомів архітектурно-планувальної організації житлової території (рис. 4.12), у тому числі:

- створення безперервної системи перешкод вітровому потоку у вигляді забудови й озеленення. З боку переважаючих вітрів для зменшення величини фронтального напору повітряного потоку створюється східчастий профіль забудови, що наростає до центру;
- формування однорідної планувальної структури за щільністю й поверховістю забудови, що досягається застосуванням одного планувального модуля – замкнені й напівзамкнені структури забудови (будинки-блоки або будинки-комpleksi) з розмірами внутрішнього контуру 4-6Н на 4-6Н, орієнтовані під кутом $45^{\circ}\pm20^{\circ}$ до напрямку переважаючих вітрів;
- членування більших за розмірами відкритих просторів посадками зелених насаджень і елементами благоустрою. Максимальний розмір відкритих просторів не повинен перевищувати 8-10 висот забудови.

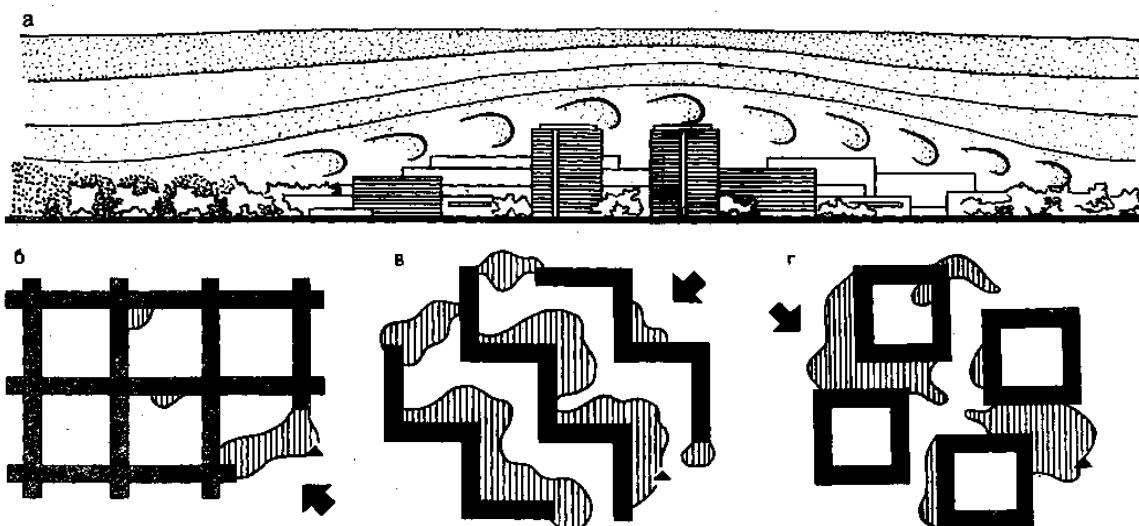


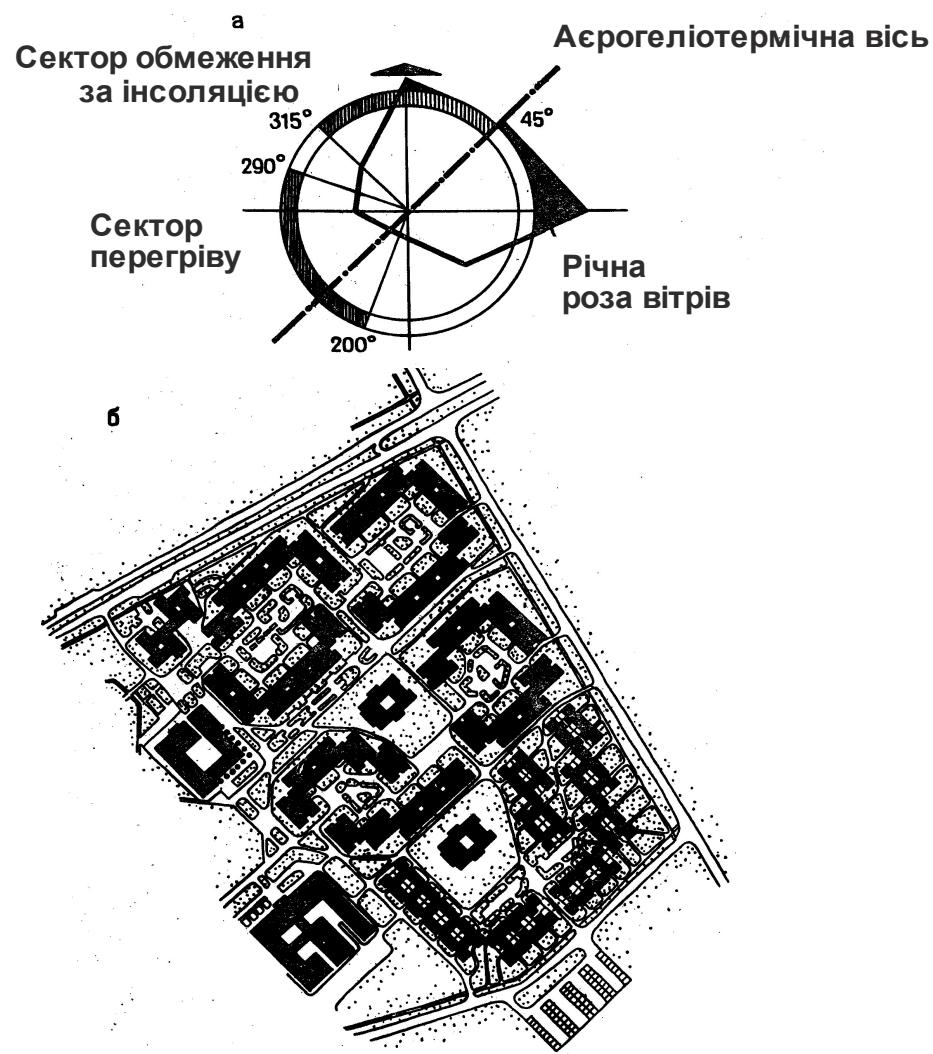
Рис. 4.12. Житлова забудова за умов підвищеного вітру й пилу
(за В.А. Карапишевим)

a – профіль міської забудови з поступовим нарощуванням поверховості до центру сприяє пилопереносу над містом з мінімальною затримкою приземного пилопереносу; *б, г* – замкнена система забудови (стільникового й блокового типів) сприяє усуненню вогнищ пиловітрової агресії й зменшує зони активного пилопереносу; *в* – у забудові стрічкового типу зони активного пилопереносу мають значні розміри, вогнища пиловітрової агресії відсутні

Архітектурно-планувальна структура житлової групи з дворами замкнутого типу може бути різної форми, зокрема:

- із окремих будинків-блоків *O*- і *C*-образної форми;
- «стільникового» типу, сформований в результаті блокування із хрестоподібними й *X*-образними секціями;
- системою комбінованого типу, у якій можуть сполучатися різні варіанти перерахованих вище структур.

Території забудови в цілому бажано надавати витягнуту форму уздовж аерогеліотермічної осі. Головна вимога до організації житлових територій — компактність, замкнутість архітектурно-планувальної структури (рис. 4.13, 4.14).



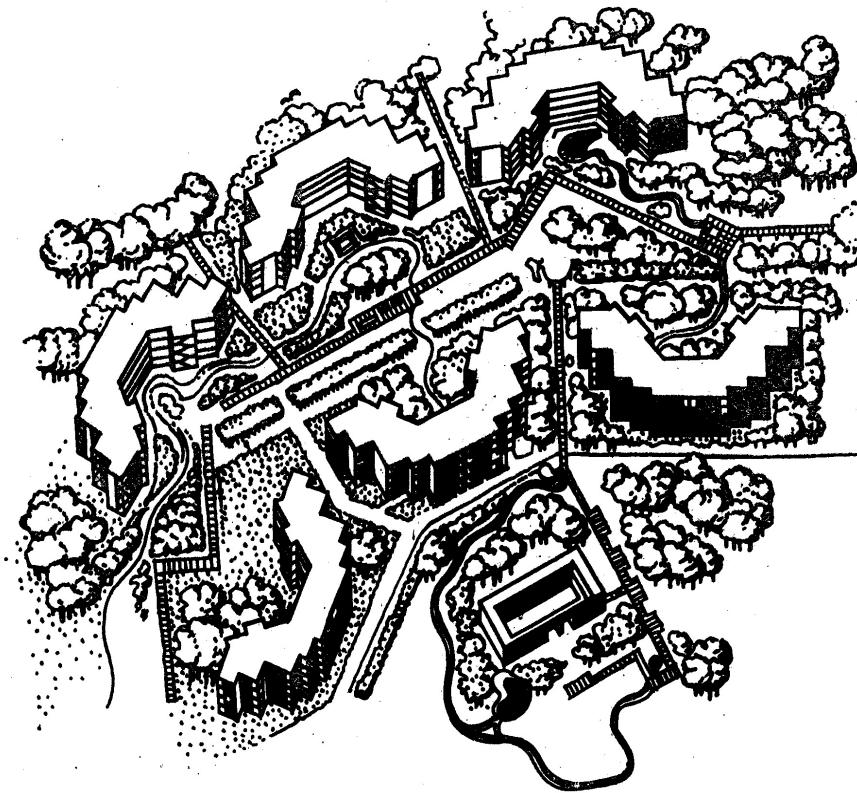


Рис. 4.14. Житлові групи замкненої конфігурації

Житлові групи замкненої та напівзамкненої композиції, безперервна структура забудови дозволяє забезпечити сприятливий мікроклімат у невеликих дворових осередках житлового комплексу

Компактність побудови житлових комплексів забезпечується підвищеною щільністю забудови та більш раціональним розміщенням зелених насаджень на житловій території:

- створенням алейно-бульварних пішохідних зв'язків замість мікрорайонних садів і зменшенням сумарної площин озеленених територій у мікрорайонах з компенсацією цієї площин за рахунок збільшення загальноміських озеленених територій загального користування;
- посадкою зелених насаджень переважно на ділянках, активно використовуваних населенням (дитячі ігрові майданчики, майданчики відпочинку, пішохідні алеї) з відповідним підбором асортименту насаджень (засухостійкі види, що мають ажурність і ін.).

Важливою вимогою є повна ліквідація джерел пилоутворення (пилові поверхні) безпосередньо на житловій території засобами

благоустрою й озеленення, зокрема, організацією поливу і водовідведення.

Архітектурно-планувальна організація забудови

За умов перегріву середовища в сполученні зі слабкими швидкостями вітру (штильовими умовами) виникає проблема інтенсифікації провітрювання — «уловлювання» вітру. За цих умов планувальна організація забудови повинна забезпечувати оптимальні умови провітрювання житлової території шляхом раціональної організації системи вулиць і пішохідних трас (орієнтація, профіль), співвідношенням забудованих, озеленених і обводнених територій (рис. 4.15).

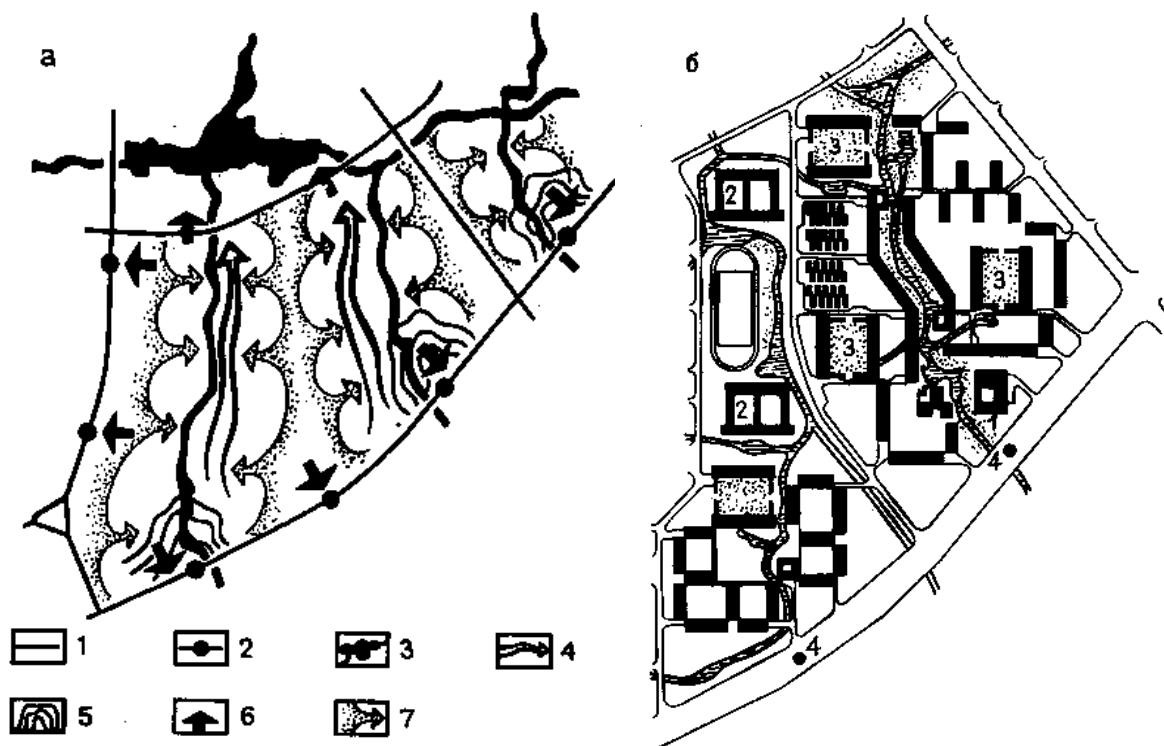


Рис. 4.15. Просторова організація забудови, що сприяє інтенсифікації провітрювання (експериментальна пропозиція для південної зони):
 а – схема основних природно-кліматичних факторів району будівництва мікрорайону: 1 – прилеглі вулиці; 2 – зупинки громадського транспорту; 3 – існуючі водойми; 4 – напрямок переважаючого вітру; 5 – підвищенні ділянки рельєфу; 6 – напрямок зовнішніх зв'язків; 7 – напрямок внутрішніх зв'язків

При цьому:

- основні магістралі й вулиці повинні трасуватися за напрямком вітрів сприятливих румбів або під кутом до них не більше $30\text{--}40^\circ$;
- з навітряної сторони забудованої ділянки території необхідно проектувати будинки легко обтікаючої форми, у будинках складної конфігурації і великої довжини влаштовувати наскрізні прорізи по першому поверху;
- відстані між будинками брати за урахування їх розташування щодо напрямку переважних сприятливих вітрових потоків: при паралельному – $2\text{--}3 H$, під кутом 45° – $3\text{--}5 H$, перпендикулярно – не менш $5\text{--}7 H$. Доцільне розміщення будинків в «шаховому» порядку з розривами між ними не менш $2 H$;
- поверховість забудови доцільно підвищувати поступово з боку переважних сприятливих вітрових потоків;
- прийомів замкнутої забудови за можливістю уникати;
- прийоми озеленення, структура й асортименти зелених насаджень повинні сприяти вертикальному й горизонтальному провітрюванню житлової території.

Для створення штучних конвекційних токів («штучних бризів») використовують наступні архітектурно-планувальні прийоми (рис. 4.16):

- різноповерхові об'єми будинків;
- орієнтацію й види поверхонь, що характеризуються різним нагрівом внаслідок неоднакового приходу сонячної радіації й різних теплофізичних властивостей;
- раціональне чергування озеленених, забудованих і відкритих (з обводнюванням) ділянок території.

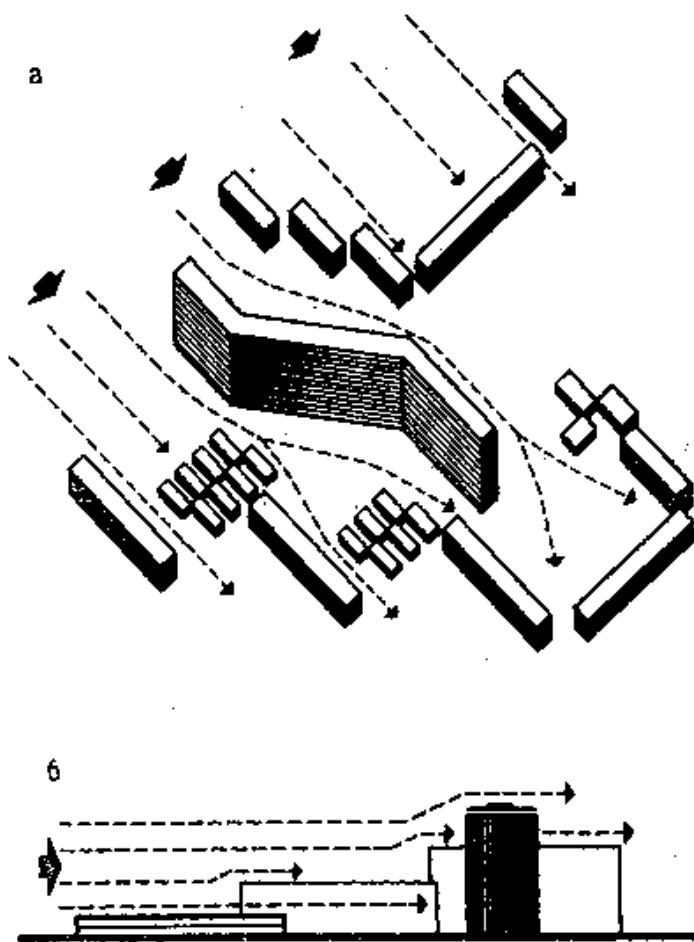


Рис. 4.16. Відкриття дворового простору в бік переважаючих вітрів, що сприяє оптимальному провітрюванню житлової території й житлових приміщень:
 а – використання різновисотних об’ємів будинків;
 б – терасове розташування забудови

За умов реконструкції регулюванню вітрового режиму (захист від несприятливого впливу вітрів і створення оптимальних умов аерації) приділяється велика увага. Важливо забезпечити провітрювання забудованих територій з метою попередження скупчення у дворах забруднюючих речовин, що перебувають у викидах автомобілів. Замкнуті двори при реконструкції варто розкривати хоча б з одного боку, особливо в напрямку озеленених територій. У всіх випадках, організовуючи внутрішній простір розущільнених кварталів, треба утворювати «зелені коридори» для надходження свіжого повітря.

Регулювання вітрового режиму зеленими насадженнями

Надійний вітрозахист на ділянках, що продуваються, для районів з несприятливим вітровим режимом можуть забезпечити добре розвинені щільні посадки дерев і чагарників.

Перед великим зеленим масивом у зоні 50-70-метрової ширини швидкість вітру знижується в 2 рази.

Невеликий зелений масив пом'якшує діє в зоні до 150 м, більший масив в 3 га – до 200 м, масив в 15 га – до 800 м.

Гарний вітрозахисний ефект мають спеціальні вітрозахисні посадки з декількох смуг зелених насаджень завширшки 20-25 м на межі житлової території, що розташовані на відстані чотирьох висот будинків від забудови. Вітрозахист забезпечують посадки з навітряної сторони, що перекривають розриви між будинками, у вигляді вузької смуги алейного або деревинно-чагарникового типу. На ділянках, які інтенсивно продуваються, смуги зелених насаджень повинні бути не менш двох рядів з ажурністю 25-40% (переважно з вічнозелених і хвойних порід дерев).

Наявність розриву (проїзду) у довгій захисній смузі не робить помітного впливу, якщо ширина розриву менше її висоти. Застосування зелених насаджень листяних порід для зимового вітрозахисту на житлових територіях недостатньо ефективне через опадання листя й помітне збільшення продуваємості бар'єру. Для збереження умов провітрювання при сприятливому вітровому режимі не слід застосовувати багатоярусні насадження й щільну обсадку майданчиків і доріжок (більш переважним є партерне озеленення). На локальних ділянках можливо використання газону з низьким чагарником і дерев з високим (вище 3 м) штамбом. Варто уникати високих живоплотів (не більше 0,75 м). Орієнтація алей, розриви в зелених насадженнях і обсадка площацок визначаються за урахування основних напрямків вітрів.

Для оптимізації умов провітрювання:

Двірний простір житлових груп варто розкривати у бік зелених масивів і водних просторів.

Використання малих архітектурних форм у вигляді альтанок, пергол, навісів з метою благоустрою житлових територій сприяє забезпеченням вітрозахисту локальних ділянок і достатньому повітрообміну.

Підсилюють аерацію місцеві конвективні токи, що утворюються за рахунок різниці температур повітря над відкритими ділянками території й озелененими.

Розміщення зелених масивів на піднесених ділянках житлової території, а відкритих площаодок – між озелененими ділянками на зниженій території, сприяє ще більшому посиленню аерації.

З метою створення місцевих токів повітря використовують разновисотні об'єми зелених насаджень. Ширину зони, захищеної від вітру різними за конструкцією смугами зелених насаджень, орієнтовно можна визначати відповідно до рис. 4.17.

Вітрозахисна ефективність смуг алейного типу різної конструкції.

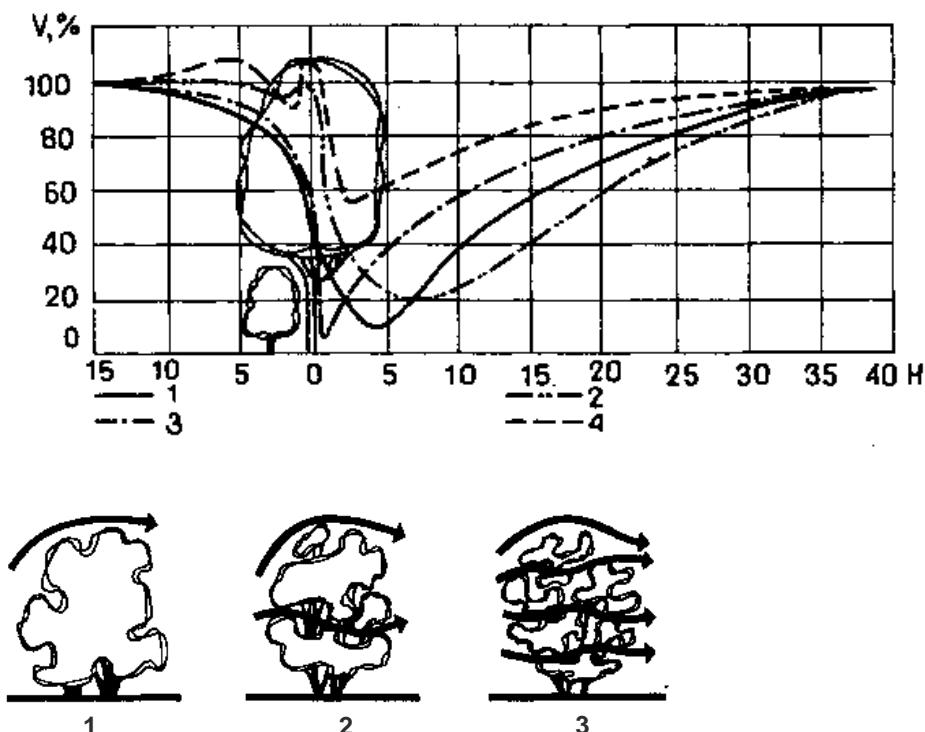


Рис. 4.17. Вітрозахисний вплив смуг зелених насаджень різної конструкції (по вертикалі – зниження швидкості вітру у відсотках від вихідної; по горизонталі – відстань від вітрозахисної смуги у напрямок вітрового потоку; Н – висота смуги):

1 – смуга, що не продувается (густа знизу і зверху); 2 – ажурна; 3 – смуга, що продувается (рідка зверху і знизу)

5. БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА УМОВ ІНСОЛЯЦІЇ

5.1. Карті інсоляції як основа проектування інженерного благоустрою

Інсоляція – основні поняття. Забезпечення інсоляції будинків і території

Радіаційний режим визначається: сумарною сонячною радіацією, що складається із прямої сонячної радіації (інсоляції) і розсіяної, що потрапляє з усього небозводу; короткохвильовою сонячною радіацією, що відбита поверхнями й довгохвильовим (тепловим) випромінюванням нагрітих поверхонь.

Аналіз і оцінка радіаційного режиму в просторовій і часовій динаміці, оцінка сторін горизонту по тепловому опроміненню сонячною радіацією¹ в даному пункті є одним із результатів архітектурного аналізу клімату (рис. 5.1).

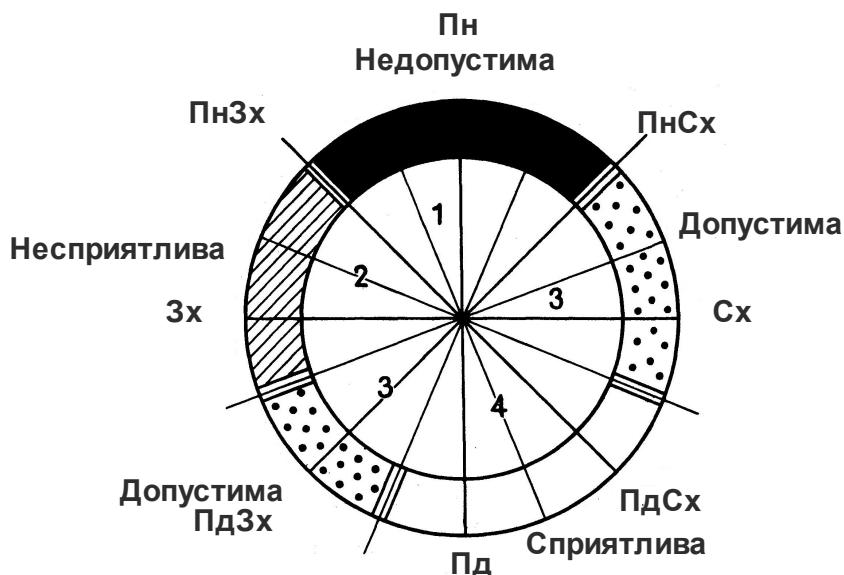


Рис. 5.1. Кліматичний паспорт міста. Коло горизонту за умови теплового опромінення й за урахування обмеження орієнтації житлових приміщень

¹ Оцінка радіаційного режиму включає фонові характеристики: інтенсивність потрапляючих потоків прямої і дифузійної радіації на горизонтальну й перпендикулярну поверхні, а також аналіз трансформації радіаційних потоків усередині міської території – надходження сонячної радіації на похилі поверхні різної орієнтації, взаємоопромінювання елементів забудови і т.д.

Інсоляція – (лат. *insolalio* – виставляю на сонце) пряме сонячне опромінювання приміщень і території. Розрізняють світловий, тепловий і бактерицидний вплив на людину, сприятливий або небажаний залежно від тривалості та інтенсивності. Урахування показників інсоляції у процесі проектування дозволяє створити умови для сприятливого і уникнути небажаного ефекту відповідними прийомами забудови, орієнтацією будинків (приміщень) за сторонами світу, товщиною стін, розмірами світлопрорізів, улаштуванням веранд, лоджій, сонцезахисту тощо.

Пряма сонячна радіація має значно більшу інтенсивність, чим розсіяна й відбита, тому їй приділяється вирішальна роль при оцінці розподілу інсоляції в якісних і кількісних показниках на території забудови й у приміщеннях.

Під час проведення оцінки інсоляції враховується різnobічний вплив інсоляції на організм людини й середовище його перебування.

По-перше, гігієнічний фактор – кількість ефективної сонячної радіації, яка надходить до приміщень забудови, що забезпечує загальнооздоровчий і санітарний мінімум. Цей мінімум за аналогією з діючою системою «Санітарні норми й правила забезпечення інсоляцією житлових і суспільних будинків і території житлової забудови міст і інших населених пунктів» може бути для еритемної радіації і дорівнювати 140 ер-год, для бактерицидної радіації – 40 бакт-год.

По-друге, соціолого-архітектурний фактор – астрономічно можлива тривалість інсоляції протягом доби на рівнодення, що забезпечує психоемоційний мінімум візуальної фіксації сонячних променів як фактора зв'язку людини із зовнішнім середовищем і виразності архітектурних просторів і форм у межах 2-4 год.

По-третє, техніко-економічний фактор – щільність забудови, що забезпечує нормативний жилий фонд – не менш 5 тис. $m^2/га$, економію міських територій на 8-12% і 50% застосування житлових будинків меридіонального типу.

Нормування інсоляції для будинків і території

Пряма сонячна радіація в міській забудові регламентується існуючими санітарними нормами за інсоляцією й відповідними параграфами ДБН 360-92**.

«Розміщення й орієнтація житлових і громадських будинків (за винятком дитячих дошкільних установ, загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів) повинні забезпечувати тривалість інсоляції житлових приміщень, визначених нормами, і території не менш 2,5 год у день на період з 22 березня по 22 вересня. Розміщення й орієнтація будинків дитячих дошкільних установ, загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів, установ охорони здоров'я й відпочинку повинні забезпечити безперервну тригодинну тривалість інсоляції в приміщеннях, передбачених санітарними нормами й правилами забезпечення інсоляції житлових і громадських будинків і територій житлової забудови. За умов забудови 9-поверховими будинками й більше допускається одноразова переривчастість інсоляції житлових приміщень за умови збільшення сумарної тривалості інсоляції протягом дня на 0,5 год відповідно для кожної зони. У житлових будинках меридіонального типу, де інсолюються всі кімнати квартири, а також під час реконструкції житлової забудови або під час розміщення нового будівництва в особливо складних містобудівних умовах (історично цінне міське середовище, дорога підготовка території, зона загальноміського й районного центра) допускається скорочення тривалості інсоляції приміщень на 0,5 год».

«Тривалість інсоляції, що відповідає ДБН 360**, повинна бути забезпечена: в одно-, дво- і трикімнатних квартирах – не менш ніж в одній кімнаті; у чотири- і п'ятикімнатних – не менш ніж у двох кімнатах; у шести- і більше кімнатних – не менш чим у трьох кімнатах; в одно-, двокімнатних квартирах для осіб похилого віку – не менш ніж в одній з житлових кімнат. У гуртожитках повинні інсолюватися не менш 60% житлових кімнат» (ДБН В.2.2-15-2005. Будинки та споруди. Житлові будинки).

Відповідно до вищепереліканих норм інсоляції різні архітектурні об'єкти нормуються в такий спосіб: а) за загально-оздоровчим впливом – одержання не менше 2,5 год на день безперервного прямого сонячного опромінення приміщень і території житлової забудови на всіх географічних широтах України від 22 березня до 22 вересня¹; б) за тепловим впливом – обмеження за виникаючої потреби прямого сонячного опромінення будинків і території житлової забудови від перегріву в III-IV кліматичних зонах.

Варто також виключити влучення прямих сонячних променів на робочі площини під час заняття у школах, вищих і середніх спеціальних навчальних закладах, під час роботи в проектних інститутах, конструкторських бюро, на промислових об'єктах і т.д.

Розрахунок інсоляції або затінення приміщень і території за умов забудови виконується методами (графіками й приладами) відповідно до Національного стандарту України. На даний момент існують різні методи визначення часу й тривалості інсоляції в приміщенні й на території забудови.

Також відомо багато методів та інструментів для визначення інсоляції будинків. Розрізняють: аналітичні, графічні, діаграмні, за допомогою інструментів і приладів, натурні виміри.

Геометричні методи інсоляційних розрахунків найбільш прості і наочні. Вони дають можливість відповісти на всі питання, пов'язані з тривалістю інсоляції приміщень, виключенням засліплювання і частково на питання, пов'язані з перегрівом (точну відповідь на це питання може дати тільки енергетичний розрахунок, проведений теплотехніками). Точність зазначених розрахунків достатня для цілей архітектурного проектування.

Основні завдання при цьому можна звести до трьох типів:

- визначення тривалості інсоляції або затінення об'єкта;
- визначення форми, розмірів і площин інсольованої або затіненої ділянки;
- розрахунок сонцезахисних пристройів.

¹ Для районів, розташованих північніше 60° північної широти, від 22 квітня до 22 серпня.

У проектній практиці найбільше поширення одержали: прилад Н.В. Оболенського, світлопланомер Д.С. Масленнікова, інсоляційна лінійка Б.Л. Дунаєва. В основу графіків і інструментів для інсоляційних розрахунків покладені криві умовного добового ходу сонця або криві добового ходу тіні¹.

Використовується також метод моделювання умов інсоляції на макетах забудови (Л.Л. Дашкевич й Н.М. Гусєв). Розроблено лабораторну установку для моделювання умов інсоляції на макетах забудови «Інсолятор»².

Найбільш перспективний спосіб розрахунку інсоляції забудови за використання комп'ютерних програм, що забезпечують автоматизацію розрахунків інсоляції території й приміщень будинків.

Розрахунок прямої сонячної радіації (інсоляції) у міській забудові (як у будинках, так і на території забудови) здійснюється відповідно до «ДСТУ-Н БВ.2.2-27:2010 Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення».

Розрахунок прямої сонячної радіації (інсоляції) території забудови може бути виконаний різними способами й представлений картами інсоляції території.

¹ До графіків і інструментів першого типу відносяться сонячні карти, графіки Б.А. Дунаєва, сонячна діаграма Гуннара Плейжела, сонцешукач Бэкера й Фунаро, інфляційна діаграма Барнета, інсоляметр Н.В. Оболенського і т.д. За їхньою допомогою досить точно визначають тривалість інсоляції приміщень і окремих об'єктів на генплані, однак виникають деякі складності під час визначення пересування сонячних променів по приміщенню або ділянці. Більш універсальними є графіки й інструменти другого типу, побудовані на підставі кривих або прямих добового ходу тіні. До них відносяться: інсоляційний графік А.У. Зеленко, графіки А.М. Рудницького, сонячна лінійка М. Тваровского, «светопланомер» Д.С. Масленнікова, контрольно-інсоляційний планшет Б.А. Дунаєва, сонячні транспортири А.Я. Штейнберга.

Інсоляційний графік А.В. Зеленко розрахований для роботи тільки на генпланах. «Світлопланомір» Д.С. Масленнікова – прилад дуже точний, однак він складний у виготовленні й розрахований на одну конкретну висоту об'єкта. Інші є найбільш універсальними.

² Інсолятор складається з:

1) "штучного сонця" – прожектор з параболічним дзеркальним відбивачем (0,9 м) у захисному кожусі на поворотній штанзі із противагою, переміщуваної у вертикальній площині навколо горизонтальної осі за допомогою ручного приводного механізму. Нахил штанги прожектора контролюється за шкалою вертикальних кутів сонця від 0 до 90°;

2) "штучної землі" – поворотний стіл (обертається в горизонтальній площині навколо вертикальної осі) зі шкалою азимутальних кутів від 0 до 180°, відлічуваних від півдня;

3) механізму управління

Значення інсоляційного режиму міської території для інженерного благоустрою

Позитивним впливом інсоляції є бактерицидне, негативним – засліплююча дія, руйнівна (фогодеструктивне) і перегрів. Інсоляція міської території передбачає обов'язкове хоча б короткосезонне, сонячне освітлення, протягом усього року.

Місця для відпочинку населення, фізкультурних занять і дитячих ігор повинні мати максимально можливу тривалість інсоляції. При цьому 50% площин цих ділянок у жаркий час підлягає затіненню з 12 до 18 год – із травня по липень.

В III-IV кліматичних зонах необхідний захист будинків і територій від перегріву шляхом застосування вільної, добре провітрюваної забудови, озеленення, обводнювання, використання сонцезахисних засобів. Необхідно забезпечити зв'язок житлової забудови із прилягаючими сприятливими в природному відношенні ландшафтами, рівномірний розподіл забудованих і відкритих озеленено-обводнених територій.

Для рішення різних завдань з інсоляції будинків і території населених місць взята полярна система координат, що показує положення Сонця на небозводі за азимутом A_0 , відлічуваним від північного напрямку за годинникою стрілкою й перевищенню вимірюваному так само, як і азимут, у градусах.

Для розрахунків складені сонячні карти різних широт, за якими можна визначити координати положення Сонця протягом дня для літнього й зимового сонцестояння – 22 червня, 22 грудня й весняного й осіннього рівнодення – 22 березня й 22 вересня (рис. 5.2).

Тривалість інсоляції території відіграє більшу роль у підборі видів зелених насаджень і асортиментів деревинно-чагарниковых порід для озеленення забудовуваних територій міста. Мінімальним часом прямої інсоляції вважається 1-2 год, для квітників і красиво квітучих чагарників – 3-4 год.

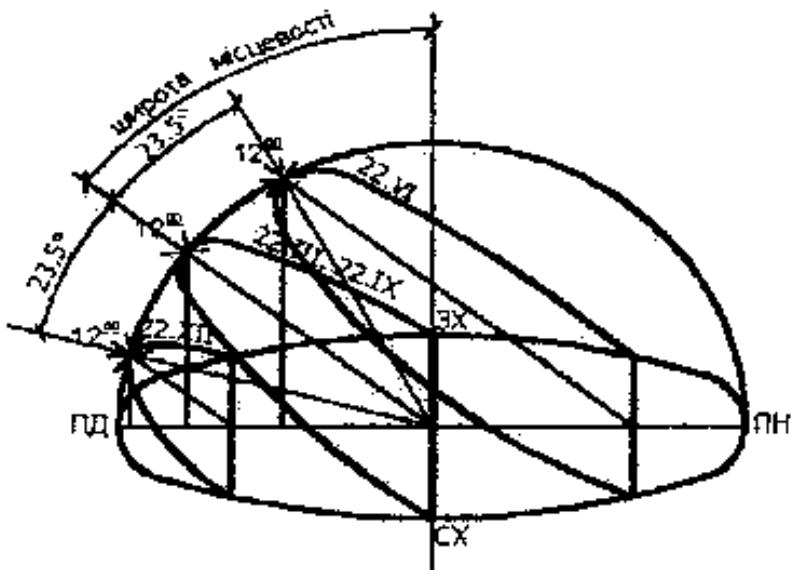


Рис. 5.2. Траєкторія Сонця продовж характерних днів року та його розміщення у полудень літнього (22.VІ) та зимового (22.XІІ) сонцестояння, весняно-осіннього рівнодення (22.III-22.IX)

Карта інсоляції міської території

Карта інсоляції виконується на стадії проектування для зіставлення планувальних рішень з умовами комфортності середовища, що обумовлюються розміщенням будинків, площацок відпочинку, дитячих ігрових площацок і композицією зелених насаджень.

Для побудови карти інсоляції необхідно визначити час інсоляції опорних точок за допомогою інсоляційної лінійки.

Інсоляційна лінійка являє собою прозору підоснову, з нанесеними градуйованими шкалами. У центральній верхній частині якої розташовані фіксована точка й вертикальна лінія з позначкою «С», що відповідає напрямку меридіана північ-південь. Від фіксованої точки «С» розходяться радіальні лінії, у проміжках між якими знаходиться відлік часу інсоляції в даній точці, рівній 0,5 годинній інсоляції.

Рівень «чистої» інсоляції в даній точці (на відкритій місцевості) залежить від широти місцевості, пори року, дня побудови карти інсоляції. Інсоляційна лінійка будується для широт

40° , 45° , 50° , 55° , 60° і 65° п.ш. для днів осінньо-весняного рівнодення, які позначаються у правому і лівому кутах інсоляційної лінійки.

Для широти 50° рівень інсоляції точки на відкритій місцевості в дні осінньо-весняного рівнодення дорівнює 10 год з 8.00 до 18.00. Це умовне значення, тому що сонце з'являється раніше, а заходить пізніше, але до зазначеного часу й після нього рівень інсоляції точки на місцевості умовно не визначається з ряду причин (закритість обрію, малий кут нахилу променів і т.д.). Тобто, перша і остання година мають слабку інсолюючу дію і тому в розрахунках не враховуються.

На горизонтальній шкалі інсоляційної лінійки відкладається поверховість будинків, що затінюють дану точку, із градуванням, що дорівнює значенню 5, 9, 12, 16 і 20 поверхів.

На лінійках часто наносяться градації, що відповідають декільком масштабам.

На рис. 5.3 показане креслення для самостійного виготовлення лінійки для масштабу I : 500.

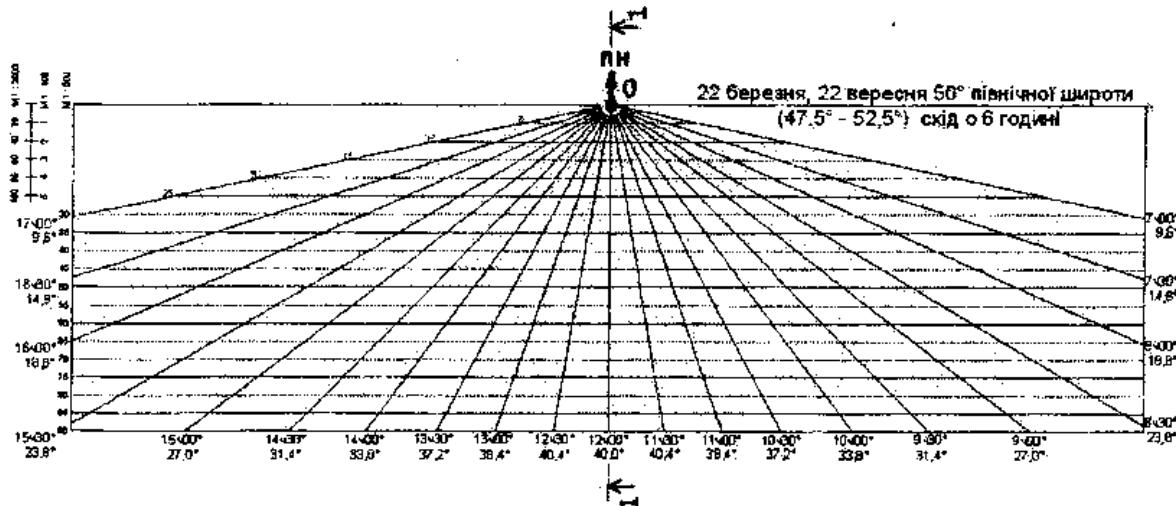


Рис. 5.3. Інсоляційна лінійка для 50 п.ш. – масштаб генерального плану 1:500

На підготовлену під основу карти інсоляції (показуються тільки межі ділянки, будинки і споруди) наноситься допоміжна сітка. Вона орієнтується паралельно меридіана північ-півден, початок відліку не фіксують, а вибирають довільно. Крок сітки визначають залежно від необхідної точності одержання результатів.

Відповідно з його зменшенням збільшується точність побудови карти інсоляції. Як показує досвід, крок сітки 25 м на 25 м для масштабу 1 : 500 дає результати, наближені до оптимального. У процесі зменшення кроку значно збільшується число контрольних точок, а отже, і час на побудову карти інсоляції. Під час збільшення кроку досить складно прогнозувати лінію розвитку інсолом. *Інсоломою* називається умовна лінія, що характеризує рівень інсоляції точок земної поверхні (прямими сонячними променями) з однаковими значеннями, звичайно вибирається кратною 1 год.

Контрольними точками для виміру рівня інсоляції служать:

1. Точка перетинання ліній координатної сітки. Виключення становлять точки, що потрапили в середину будинків. Визначення рівня інсоляції в них не входить у наше завдання.

2. Точки перетинання координатної сітки з контрольними лініями будинків.

3. Фіксовані точки зміни конфігурації контуру будинків (кути будинків, переломи в поворотних секціях і т.д.).

Рівень інсоляції вимірюють із точністю до 0,1 год.

Для визначення рівня інсоляції у фіксованій точці лінійку накладають на підоснову таким чином, щоб фіксована точка лінійки «С» збіглася з фіксованою точкою плану, що вимагає виміру рівня інсоляції, а напрямок меридіана північ-південь лінійки сполучається з аналогічним напрямком сітки на плані. Контроль виконується сполученням першої горизонтальної лінії поверхності на лінійці, що є перпендикуляром до меридіонального напрямку, з аналогічною лінією на плані (паралельно сітці координат), що проходить через дану точку. Після встановлення лінійки в даному положенні простежується шлях Сонця праворуч-ліворуч від 8.00 до 18.00 год. Якщо цей сектор повністю відкритий, тобто не затінюється будинками різної поверхності, то рівень інсоляції в даній точці дорівнює 10.0 год. Поруч із фіксованою точкою плану відзначають олівцем дане значення. Якщо фіксована контрольна точка на плані перебуває за північним фасадом будинку, тобто

закривається його північної стіною, рівень інсоляції в ній буде дорівнювати 0,00 год.

У кутових точках будинку, що не затінюються, лежачих уздовж північного фасаду, рівень інсоляції дорівнює 5,0 год.

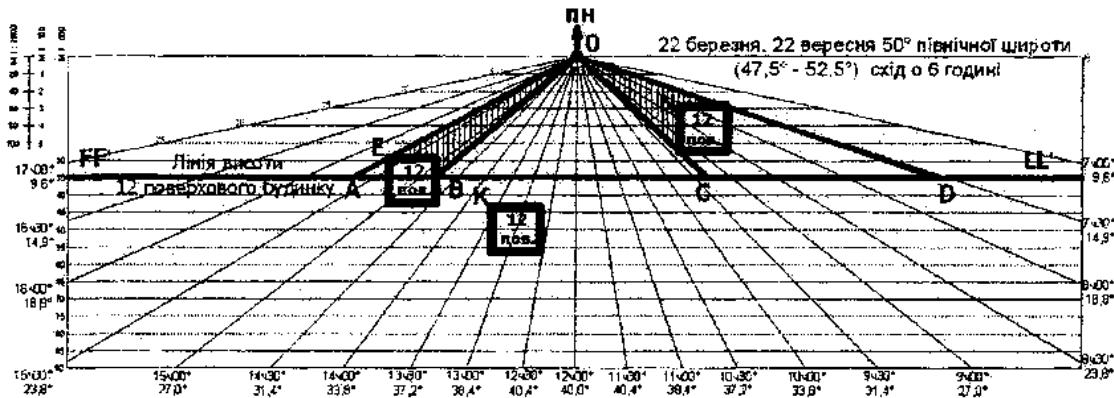
Ці умови дотримуються при точній орієнтації будинку по паралелі. Для нульової й десятигодинної інсоляції ці умови зберігаються й при деякому відхиленні будинку від осі північ-південь, тобто до початку влучення фіксованої точки у власну тінь від будинку. Кутові ж північні точки будинку більше чутливі до відхилення, хоча сумарна їхня інсоляція за умови не затінення іншими будинками буде залишатися – 10,0 год.

Інсоляція у фіксованій точці знижується, якщо в сектор повної десятигодинної інсоляції потрапляють будинки різної поверховості. Для визначення часу інсоляції в такій точці необхідно, знаючи поверховість будинку, що дає тінь у фіксовану точку, з десятигодинної інсоляції відняти час затінення фіксованої точки даним будинком. Цей сектор перебуває на лінії перетинання будинку, що затінюють, з лінією, що позначає на інсоляційній лінійці його поверховість. Якщо затінюють декілька будинків, то береться suma часу затінення від них у даній точці. Час інсоляції в цьому випадку визначається вирахуванням з десятигодинної інсоляції сумарного часу затінення. Якщо затіняючий будинок перебуває не на перпендикулярі до точки, то час затінення береться від крайніх кутових точок. При блок-секційному методі забудови з різною поверховістю блок-секцій, сектори затінення беруться відожної секції або із блоків з однаковою поверховістю окремо.

Таким чином, визначається рівень інсоляції у всіх фіксованих точках і проставляється його значення.

На рис. 5.4 показаний приклад визначення часу інсоляції точки за допомогою інсоляційної лінійки.

А



Б

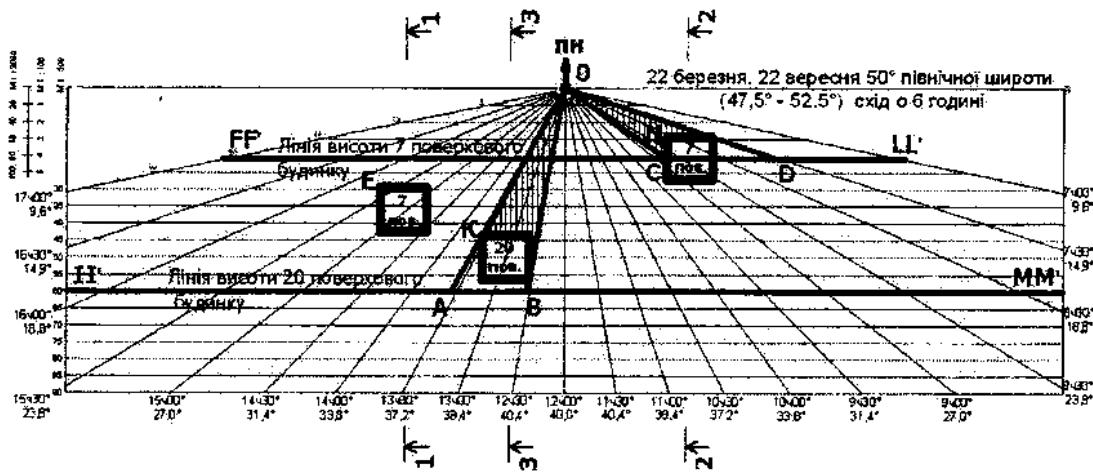


Рис. 5.4. Приклад визначення часу тривалості інсоляції розрахункової точки території: А – територія забудована будинками однакової поверховості; Б – теж різної поверховості

Використовуючи отримані показники часу інсоляції опорних точок і інтерполюючи їх в інтервалі однієї години, проводять інсоломи, що кратні 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 год інсоляції. При цьому необхідно пам'ятати, що інсоломи повинні являти собою плавні лінії, без переломів. Вони можуть утворювати замкнутий простір, «пучки» на кутах будинків, але ніколи не перетинаються. Фрагмент карти інсоляції показаний на рис. 5.5.

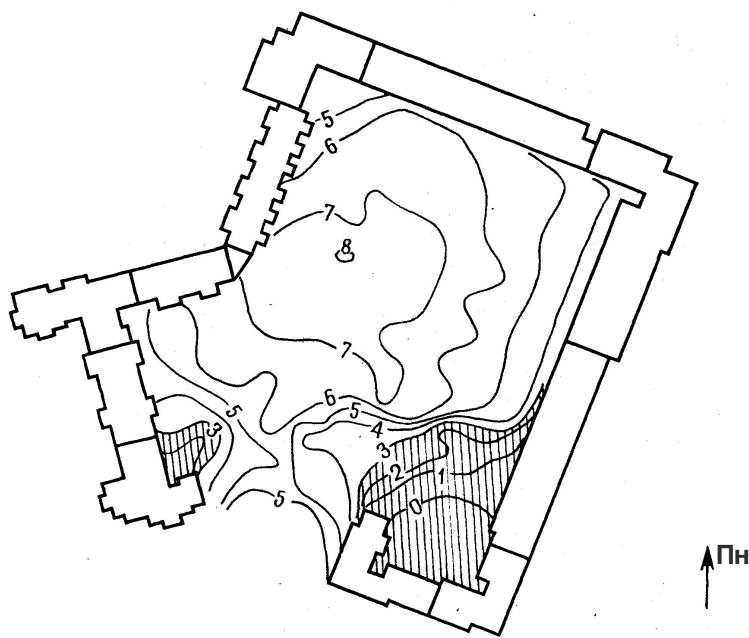


Рис. 5.5. Фрагмент карти інсоляції

Приклад розрахунку для фрагмента житлової території

Загальні положення

Вимоги поширюються на проектування нової й реконструйованої забудови міста, селища й сільського населеного пункту.

Вимоги до забезпечення інсоляції не поширюються на проектування забудови промислових зон і виробничих сільськогосподарських підприємств.

Приміщення житлових і громадських будинків і ділянки територій внутрішньоквартальних просторів підрозділяються за вимогами до інсоляції на групи (табл. 5.1, 5.2).

Таблиця 5.1

**Класифікація приміщень
за вимогами до інсоляції і сонцезахисту**

Група приміщень і ділянок територій	Вимоги до інсоляції	Вимоги до сонцезахисту	Припустима орієнтація світлопрорізів
I група			
Житлові кімнати, дитячі групові, палати лікарень, санаторіїв і пологових будинків, дитячі й спортивні майданчики	Обов'язкова	Обов'язкова тільки в жаркий період року	Для однобічних квартир 55-305° В IV і V зонах 40-320°
Підгрупа навчальних приміщень шкіл і вузів	Обов'язкова	Обов'язкова протягом всього навчального часу	45-315°
II група			
Вестибюлі, рекреаційні і робочі приміщення 5–8 розрядів по зоровій роботі	Вимоги до інсоляції не передбачаються	Обов'язкова в рекреаціях тільки в жаркий період року	360°
III група			
Лабораторії, читальні й креслярські зали й робочі приміщення 1–4 розрядів по зоровій роботі	Вимоги до інсоляції не передбачаються	Обов'язкова тільки у години робочого часу	360°
IV група			
Демонстраційні й виставкові зали, книgosховища, операційні	Не допускається	Обов'язкова при орієнтації на сонячні румби	315–45°

Таблиця 5.2

Нормативні значення сектора інсоляції (CI)

Приміщення й ділянки території	CI. град.
Не менш чим в одній житловій кімнаті в одно-, дво- і трикімнатних квартирах; не менш чим у двох кімнатах у багатокімнатних квартирах; у спальних санаторіїв, будинків відпочинку й пансіонатів; у навчальних приміщеннях шкіл, на площаціях відпочинку, спортивних і дитячих ігор відпочинку, на площадках і басейнах; у номерах готелів і кімнатах гуртожитків (не менш чим 60% приміщень)	45
У палатах лікарень і пологових будинків, ігор відпочинку, інтернатів, дитячих садків і ясел	50

Примітка. При визначенні сумарного сектора інсоляції мінімальне значення одного зі складових секторів (α_0) – не менш 15°.

Вимоги із забезпечення інсоляції забудови

Нормованим параметром інсоляції приміщень і територій внутрішньоквартальних просторів варто брати сумарний сектор інсоляції (CI), у межах якого забезпечується надходження необхідної кількості інсоляції до приміщення. CI вимірюється в площині, що проходить через розрахункову крапку й нахиленої до півдня під кутом G (рис. 5.6) до площини обрію, обумовленим за формулою:

$$G = 20^0 (1 + \cos \phi),$$

де ϕ – географічна широта, град.

Сумарний CI варто брати не менше значень, наведених у табл. 5.2.

Під час орієнтації приміщення на північну сторону обрію значення CI допускається зменшувати тільки для меридіональних будинків залежно від кута α_0 відхилення орієнтації світлового прорізу від східного (західного) напрямку в градусах згідно з табл. 5.3.

Таблиця 5.3

**Нормування значення CI
залежно від кута відхилення світлопрорізу (α_0)**

α_0	5	15	25	35
CI	43	39	35	32

Під час визначення суми секторів інсоляції 15° сектори, що примикають до площини горизонту, не враховуються.

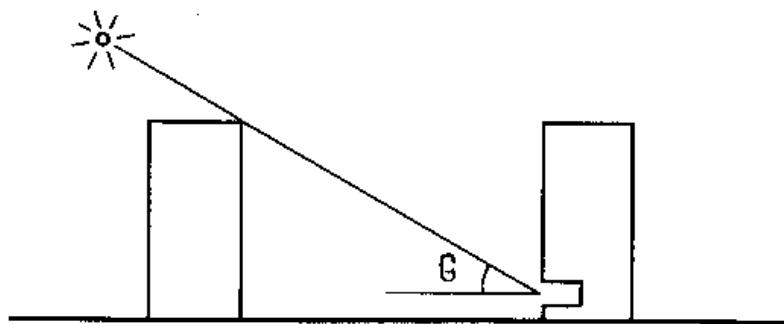


Рис. 5.6. Кут нахилу розрахункової площини CI проходження сонячних променів

За розрахункову точку береться:

- для приміщень – точка, розташована на поверхні фасаду в центрі світлопрорізу нижнього поверху;
- для ділянок території – будь-яка точка в межах ділянок, зазначених у табл. 5.2.

Примітка. На територіях, розташованих південніше 60° п. ш. за розрахунками сектора інсоляції ділянок допускається знижувати розрахункову висоту об'єктів, що затінюють, на 25%.

– об'єктами, що затінюють, вважаються протилежні будинки й споруди, стаціонарні сонцезахисні пристрої, лоджії, рослинність, рельєф.

Розрахунки інсоляції

Вибір планувального рішення, форми, орієнтації, взаєморозташування будинків і розривів між ними варто робити відповідно до нормованих значень сумарного сектора інсоляції, зазначених в табл. 5.2.

Розрахунки секторів інсоляції і її тривалості варто робити безпосередньо на плані забудови за допомогою накладного графіка (рис. 5.7).

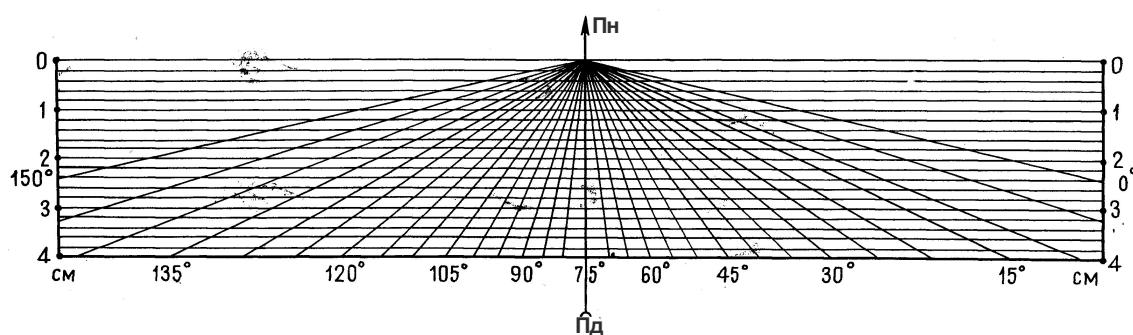


Рис. 5.7. Графік для розрахунку секторів інсоляції (CI)

Графік являє собою горизонтальну проекцію похилої площини сектора небозводу. Паралельні лінії на графіку є горизонталями цієї площини, перевищення яких відлічується від нульової горизонталі, що проходить через розрахункову точку О.

Збіжні в точці О азимутальні лінії – проекції секторальних кутів похилої площини, які з припустимим наближенням можуть вважатися годинними кутами.

Для побудови графіка (рис. 5.8) необхідно:

- провести дві взаємоперпендикулярні лінії mn і kl і навколо точки їхнього перетинання О радіус 6-10 см описати півколо. Через точку О провести пряму А під кутом AS до прямій kl . Із точки перетинання А прямої AS з півколом опустити перпендикуляр АВ на пряму kl і із точки О радіусом OB описати чверть окружності ВМС;

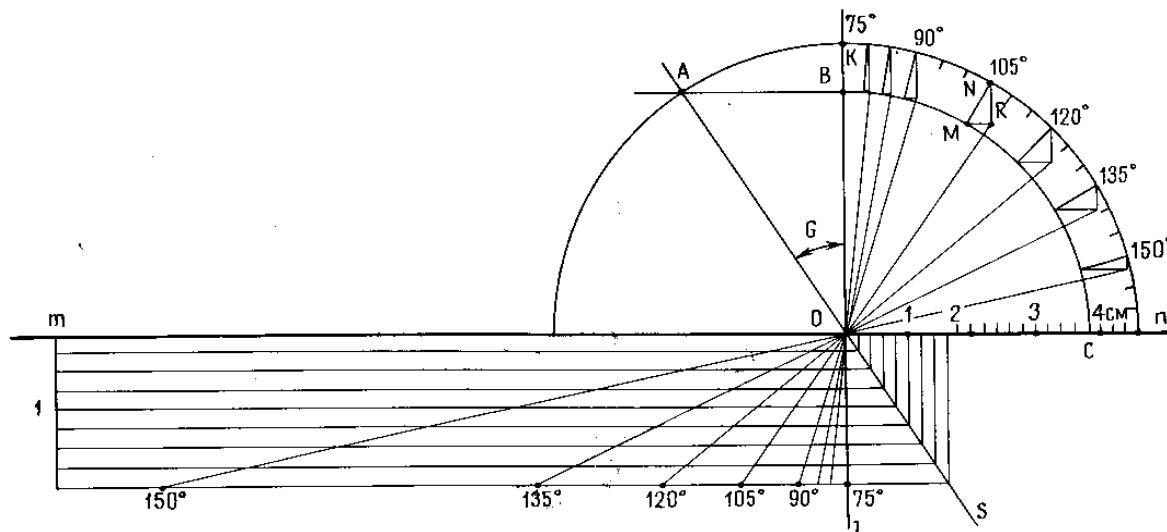


Рис. 5.8. Геометричний спосіб побудови графіка СІ (1, 2, 3, 4 см – згідно з масштабом генплану забудови)

– на чверті окружності kNn нанести шкалу секторальних кутів із градацією через 5° . На відрізках радіальних прямих, ув'язнених між дугами kNn і ВМС, побудувати прямокутні трикутники виду МNR. Вертикальні катети трикутників проводяться із точок зовнішньої дуги kNn горизонтальні – із точок внутрішньої дуги ВМС. Через вершини прямих кутів трикутників і точку О провести азимутальні лінії графіка;

– на лінії mn , починаючи від точки О, нанести метричну шкалу перевищень горизонтальної похилої площини із градацією через 1-2 мм. Шкалу спроектувати на пряму OS і через отримані на ній зарубки паралельно лінії mn провести горизонталі графіка.

Розподіли горизонталей призначаються відповідно до масштабу креслення генерального плану.

Права частина графіка буде симетрична побудованій. Графік варто скопіювати на кальку або який-небудь інший прозорий матеріал.

Розрахунок зводиться до таких операцій (рис. 5.9):

– графік накладається на план забудови, точка О графіка сполучається з розрахунковою точкою на плані й графік орієнтується по меридіану;

– на графіку відшукується й візуально інтерполюється горизонталь площини АВ, перевищення якої дорівнює перевищенню карниза або парапету будинку над розрахунковою точкою;

– за положенням будинку щодо проекції сектора АОВ, обмеженого горизонталлю АВ, визначається проекція перетину будинку похилою площиною. При цьому можуть зустрічатися три випадки:

1. Якщо будинок розташовується поза проекцією сектора АОВ, то його вплив, що затінює, не враховується.

2. Якщо будинок розташовується в межах проекції сектора АОВ, то він повністю затінює розрахункову точку.

3. Якщо горизонталь АВ перетинає план будинку, то частина будинку, яка знаходитьться у межах проекції сектора АОВ, також затінює розрахункову точку.

Примітка. Для розрахунків інсоляції за нині діючими нормами інсолографік будується таким же способом, але замість кута G варто приймати зенітну відстань сонця (z):

$$z = 90 - \phi,$$

де ϕ – географічна широта.

У цьому випадку буде отриманий звичайний інсолографік для днів весняно-осіннього рівнодення.

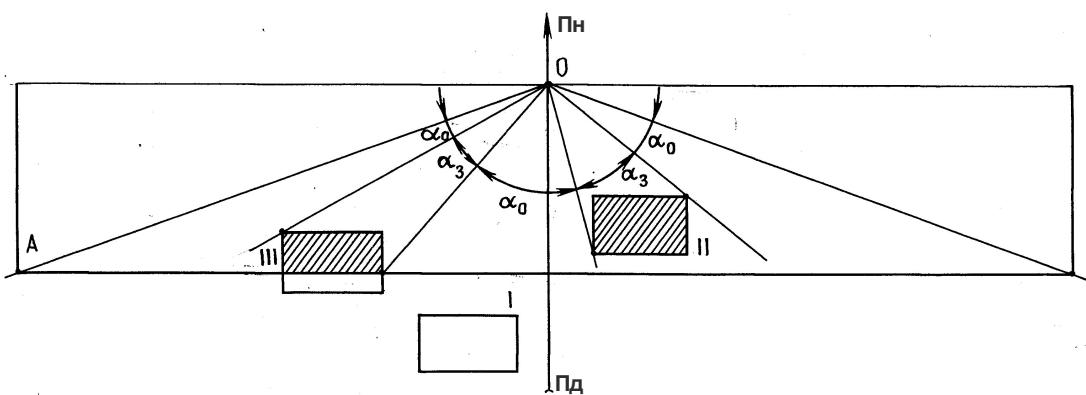


Рис. 5.9. Схема визначення продовжуваності інсоляції точки О:

I – затінююча дія будівлі на точку О – не створюється; II – повна затінююча дія будівлі, протягом α_3 ; III – часткова затінююча дія будівлі, протягом α_0 ; α_0 – продовжуваність інсоляції точки О; $\sum \alpha_0$ – загальна продовжуваність інсоляції точки О

5.2. Заходи щодо покращення умов інсоляції

Архітектурно-планувальне рішення забудови

Сьогодні виявлена ефективність окремих архітектурно-планувальних рішень житлової забудови (прийоми й тип забудови, прийоми озеленення й благоустрою) за регулюванням фактора інсоляції.

Режим інсоляції житлової забудови, насамперед, обумовлюється формою, конструкцією й розмірами світлопрорізів, їхньою орієнтацією щодо сторін горизонту, розташуванням елементів будинків (балкони, лоджії, жалюзі, карнизи, виступи й ін.) щодо вікон, а також розташуванням оточуючих житлових і громадських будинків.

Всі типи будинків залежно від інсоляції діляться на будинки необмеженої, частково обмеженої й обмеженої орієнтації. Відповідно до необхідної санітарно-гігієнічної норми інсоляції вирішальною умовою вибору типів і розташування будинків у тієї або іншої планувальної системи є його містобудівна маневреність.

При цьому мається на увазі межа орієнтації фасадів будинків за сторонами горизонту (за відсутності будинків, що затінюють)

для забезпечення у квартирах мінімально необхідної загально-оздоровчої норми інсоляції захисту від перегріву.

У випадку, коли в житловому будинку є один тип квартир, дослідження його містобудівної маневреності могло б обмежитися розрахунком умов, що визначають інсоляцію фасадів будинку за різних його орієнтацій щодо сторін горизонту.

Однак у цей час будується житлові будинки з різними житловими секціями, що складаються із квартир наскрізного провітрювання, нескрізного й змішаних. Крім того, навіть у будинках, де застосований один тип житлових секцій, торцеві квартири мають додаткові світлопрорізи, що ставить їх у нерівні умови в порівнянні з рядовими секціями.

У зв'язку із цим під час розробки типових проектів житлових будинків проводиться спеціальний аналіз можливих комбінацій різних житлових секцій з погляду містобудівної маневреності будинку (рис. 5.10, А).

У лівому вертикальному ряді креслення зверху вниз розташовані рядові житлові секції: обмеженої, частково обмеженої й необмеженої орієнтації. У горизонтальних рядах розташовуються односекційні житлові будинки, що розрізняються конфігурацією плану. Заштриховані частини кола виділяють сектор неприпустимої орієнтації секції або будинку за умовами орієнтації. Цифри на заштрихованій частині кола показують, яка із квартир розглянутих секцій або будинку при орієнтації в межах даного сектора недостатньо інсолюється.

Крім вимог до тривалості інсоляції, які можуть бути реалізовані тільки під час проектування забудови, вводяться норми орієнтації квартир для правильного компонування планів типових житлових будинків (рис. 5.10, Б).

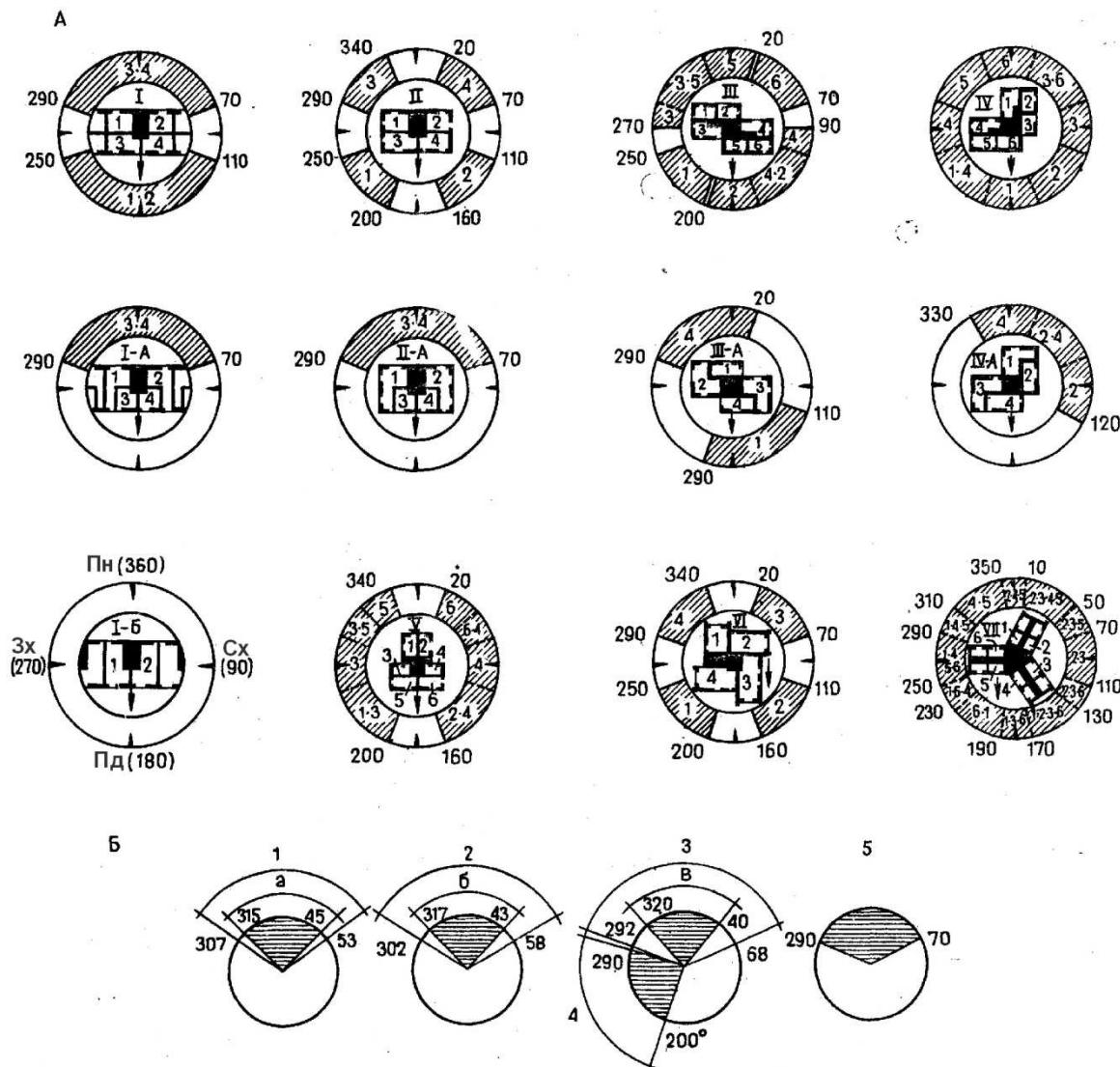


Рис. 5.10. Сектори несприятливої орієнтації житлових приміщень, типових житлових секцій і будинків:

А – містобудівна маневреність типових житлових секцій і будинків під час забезпечення гігієнічної норми інсоляції; Б – сектори сприятливої орієнтації житлових приміщень: 1 – північніше 58^0 п.ш.; 2 – у діапазоні $-48^0 - 58^0$ п.ш.; 3 і 4 – південніше 48^0 п.ш.; 5 – у І і ІІ кліматичних районах за переваги північних вітрів; а, б, в – неприпустимі сектори орієнтації для меридіальних будинків, для умов реконструкції й складних містобудівних умов

Так, орієнтація вікон житлових кімнат на північну частину горизонту в межах від ПнС до ПнЗ визнана неприпустимою для однобічних квартир. У двосторонніх квартирах на зазначену частину горизонту допускається орієнтувати частину кімнат. На

західну частину горизонту в межах від ПдЗ до ЗПнЗ вікна житлових кімнат у південних районах можна орієнтувати тільки при обов'язковому застосуванні ефективного зовнішнього сонцезахисту. При цьому обмовляється, що сонцезахист житлових кімнат і кухонь бажаний також і при орієнтації їх на інші сторони горизонту, за винятком північної. Інсолюватися повинно не менш однієї житлової кімнати в одно-, дво- і трикімнатних квартирах, не менш двох кімнат – у квартирах із чотирьох і більше кімнат.

Поряд з інсоляцією житлових приміщень обов'язково повинна інсолюватися і територія житлової забудови. Умови створення оптимального інсоляційного режиму на житловій території передбачаються в проекті на стадії вибору архітектурно-просторового рішення забудови. Ця вимога враховується послідовно під час планувальної організації житлової території в цілому, а також під час планування, озеленення і благоустрою її окремих функціональних елементів.

Зелені насадження як регулятор інсоляційного режиму

Озеленення житлових територій проєктується за урахування забезпечення нормативної тривалості інсоляції.

Норми й правила забезпечення інсоляції на житловій території, насамперед, стосуються міськ, безпосередньо використовуваних населенням: дитячих ігрових майданчиків; пішохідних доріжок і алей; місць розміщення басейнів, ігрових пристроїв, лав для відпочинку й ін.

Нормативну дозу інсоляції окремих елементів, а також години й необхідна площа їхнього затінення за умов літнього перегріву середовища визначають відповідно до функціонального призначення і режиму експлуатації цих елементів.

На рис. 5.11 наведені фрагменти озеленення окремих елементів житлової території за урахування вимог інсоляції й захисту від перегріву.

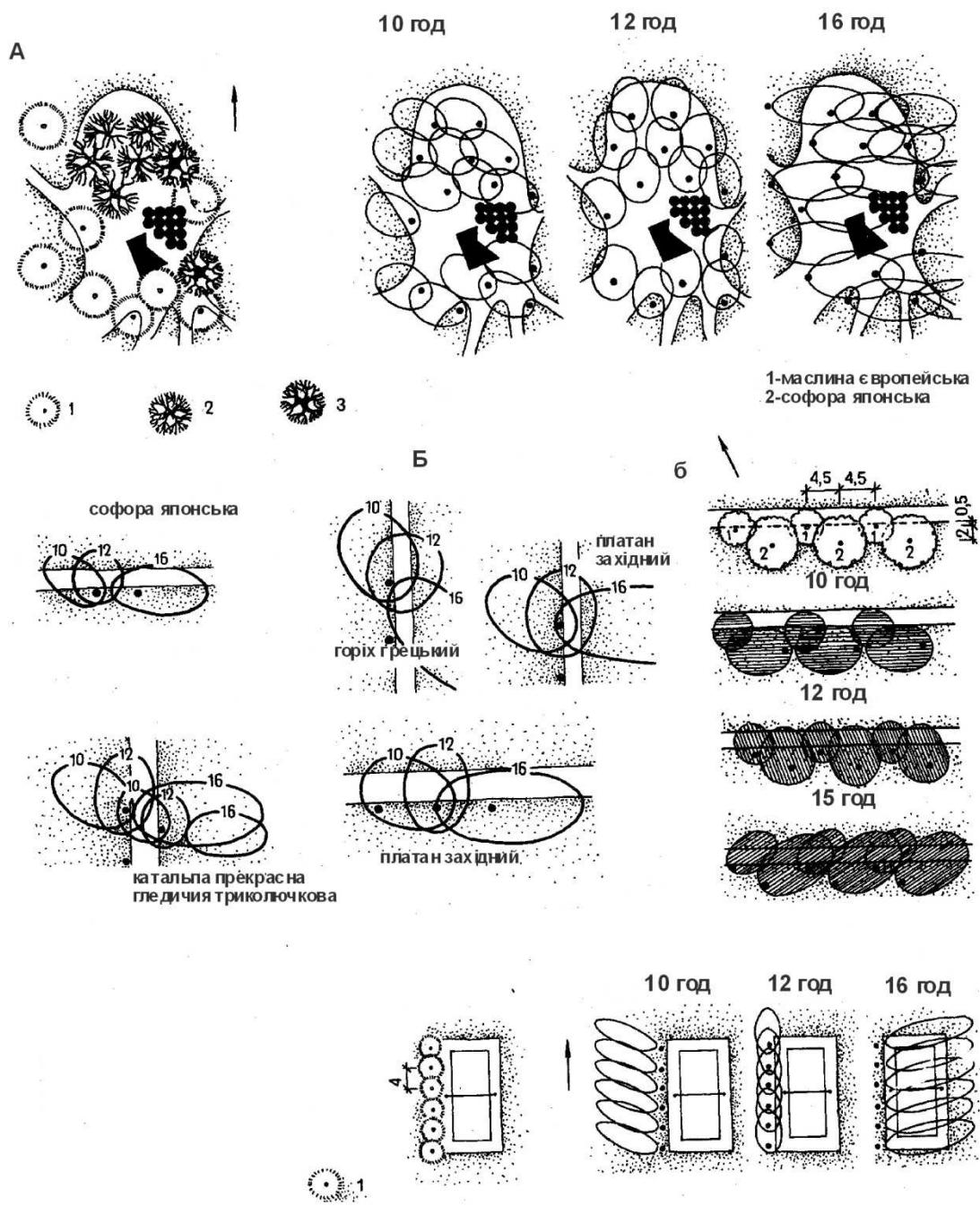


Рис. 5.11. Приклади озеленення елементів житлової території за урахуванням режиму інсоляції:

А – дитячий ігровий майданчик. Схеми інсоляції (10, 12, 16 год) 1 – гледичия триколючкова; 2 – дуб черешчатий; 3 – платан східний;

Б – пішохідні доріжки: а – доріжки різної орієнтації; б – приклад озеленення пішохідної доріжки, що забезпечує обмеження інсоляції в години перегріву й одержання ультрафіолетової радіації в ранкові години;

В – спортивний майданчик. Схеми інсолляції (10, 12, 16 год) 1 – тополя Болле

Так, дитячий ігровий майданчик з метою опромінення дітей ультрафіолетовими променями повинен інсолюватися в ранкові години, а в другій половині дня, у період перегріву, необхідно створити щільне її затінення.

Аналогічний інсолляційний режим визначив різні прийоми посадок дерев уздовж пішохідних доріжок залежно від їхньої орієнтації щодо сторін горизонту.

При встановленні інсолляційного режиму спортивного майданчика, розташованого в житловій забудові, ураховувалося його використання після роботи. Тому посадки дерев передбачені за урахування затінення площасти в другій половині дня. Місця посадок дерев уточнені за урахування проекцій тіней від крон у самі жаркі години дня.

Для полегшення розрахунків у процесі розробки можуть бути складені шаблони тіней від ведучого породного складу для кожного населеного пункту (рис. 5.12).

Різноманіття планувальних рішень, а також різниця природно-кліматичних умов міст визначають необхідність пошуків оптимального інсолляційного режиму житлової території в кожному конкретному випадку.

Одним з основних властивостей зелених насаджень є регулювання радіаційного режиму. Озеленення житлових територій проектується за урахування забезпечення нормативної тривалості інсолляції.

Показниками ефективності дерев у зниженні сонячної радіації слугує розмір дерева й щільність його крони.

Кронами дерев затримується до 95% приходої сумарної радіації.

Зеленими насадженнями захищають від прямого сонячного опромінення пішохідні шляхи, майданчики відпочинку населення, дитячі й спортивні майданчики. При цьому для затінення з 11 до

15 годин використовують дерева із широкою кроною, після 15 – піраміdalні з ажурністю менше 50%.

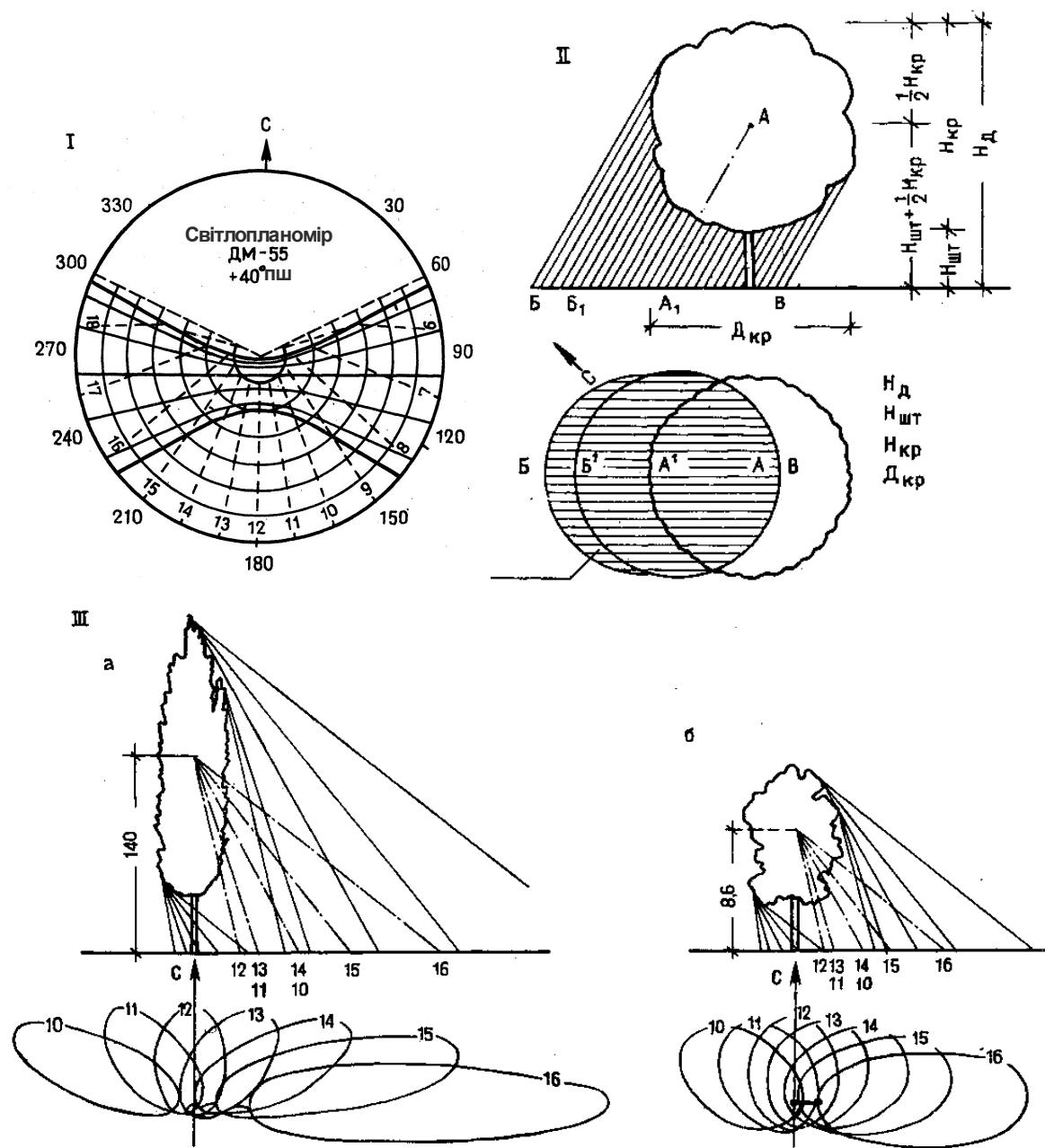


Рис. 5.12. Розрахунок інсоляційного режиму:

I – прилад для розрахунків інсоляції «Світлопланомір»; *II* – необхідні параметри при розрахунках затінення: H – висота дерева; $H_{шт}$ – висота штамба; $H_{кр}$ – висота крони; $D_{кр}$ – діаметр крони; *III* – побудова тіней від дерев різних порід у різні години дня: *a* – тополя Болле; *б* – ясен американський; *Б'* – ділянка не ефективної для людини тіні

За щільністю крони дерева можна розділити на чотири групи: дуже щільні, щільні, середньої щільності (ажурні) і рідкі

(наскрізні). Під деревами перших трьох груп інтенсивність пропущеної радіації практично не відчувається організмом людини, тому вони доцільні для затінення за високого стояння сонця.

Коли ж напруга падаючої сонячної радіації менш інтенсивна (до 9 і після 15 год), можливе застосування дерев і з рідкими кронами.

Не менш важливе значення для правильного вибору порід дерев і доцільного їхнього розміщення з погляду регулювання радіаційного режиму мають розмір й форма дерева, що визначають різну площину затінення.

Умови реконструкції

За умов реконструкції основні заходи щодо поліпшення інсоляційних умов такі:

- зменшення щільності забудови кварталів шляхом зносу малоцінного в гігієнічному й архітектурному відношенні житлового фонду до необхідних за інсоляційними міркуваннями розривів між будинками (зносу підлягають дворові корпуси за умови збереження найцінніших будинків по периметру кварталів для того, щоб не порушувати характерний для даного району міста прийом формування забудови вулиць);
- перепланування квартир за умови забезпечення двосторонньої орієнтації приміщень у тих будинках або в окремих його частинах, де відсутня інсоляція лише з однієї сторони будинку;
- розширення віконних прорізів з метою збільшення інсоляційного кута (у випадках, коли це не суперечить архітектурним міркуванням);
- зміна призначення будинків (використання під об'єкти, не потребуючі інсоляції, наприклад, майстерні, склади, магазини й ін.);
- використання перших поверхів багатоповерхових будинків (у випадку їхньої невідповідності гігієнічним вимогам для житла) під приміщення нежитлового призначення. В окремих випадках

перекривають двір у кварталі на рівні першого або другого поверху й використовують «терасу» для організації місць відпочинку й ігрових площадок дітей;

– використання низької рослинності партерного типу (газони, квітники, низький чагарник), одиночних і групових посадок дерев, що не допускають зайвого затінення дворів і фасадів будинків (рис. 5.13, 5.14).

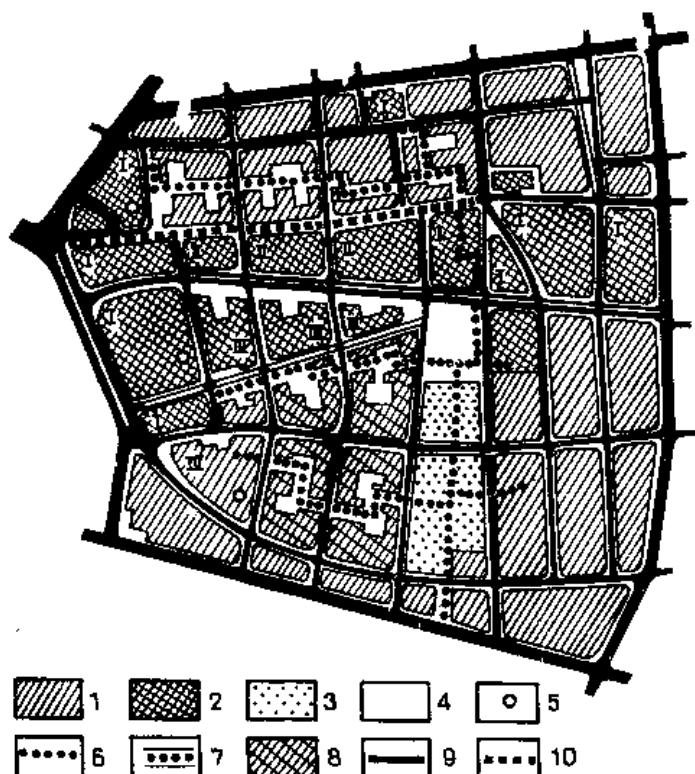


Рис. 5.13. Схема зонування території району реконструкції (проектна пропозиція):

I – адміністративні будинки; II – універмаги й магазини; III – готелі; IV – установи культури: 1 – житлова територія; 2 – територія громадських установ; 3 – територія спорту й відпочинку; 4 – озеленені території; 5 – гаражі-стоянки; 6 – пішохідні траси; 7 – пішохідні торговельні центри (пасажі); 8 – реконструйовані квартали; 9 – магістралі; 10 – пішохідні торговельні вулиці



Рис. 5.14. Зелені насадження центрального району значного міста:

a – зелені насадження до реконструкції; *b* – зелені насадження після реконструкції: 1 – існуючі зелені насадження; 2 – сади й парки; 3 – сквери; 4 – бульвари; 5 – озеленені набережні; 6 – склади, причали й т.п.; 7 – малоцінна забудова, що підлягає знесеню

6. БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ЗА УМОВ МІКРОКЛІМАТУ

6.1. Карти мікроклімату як основа проектування інженерного благоустрою

Мікроклімат міських територій. Поняття про мікроклімат території

Поняття «клімат» можна визначити як багаторічний режим погоди. Це означає, що основою для вивчення клімату служать колосального обсягу багаторічні дані спостережень за метеорологічними величинами (температурою повітря й ґрунту, опадами, вітром, вологістю, хмарністю, сніжним покривом і ін.). Так, вихідний ряд спостережень протягом 100 років тільки з однією метеорологічною величиною нараховував більше 12000 членів.

Під кліматом міста мається на увазі загальний кліматичний фон, найбільш характерний для конкретних фізико-географічних умов місцевості, у якій розташовано місто. Клімат міста оцінюється за даними спостережень найбільш представницької (репрезентативної) метеорологічної станції.

Крім рядів фактичних спостережень складаються кліматичні ряди, кожний член яких являє собою результат деякого статистичного узагальнення. Потім за кліматичними рядами розраховуються статистичні характеристики метеорологічних величин, які й визначають клімат.

Одним із завдань містобудування є оцінка природно-кліматичних факторів і виявлення набору раціональних містобудівних і інженерно-технічних заходів, спрямованих на поліпшення мікроклімату міст і їхнього оточення, що вирішується на основі використання спеціальної методики, пов'язаної з оцінкою природно-кліматичних факторів регіону.

Для рішення кожного конкретного завдання необхідно визначати свою характеристику клімату. Наприклад, для відпочинку істотними є найнижчі температури повітря й повторюваність дощів; для проведення заходів на повітрі –

диференційовані за часом кліматичні характеристики, а для агротехнічних заходів важливі такі кліматичні характеристики, як дати переходу температури через задані межі, суми температур за різні періоди, пов'язані з певною стадією розвитку рослин.

Поняття мікроклімату досить розбіжно, тому що багато авторів по-різному визначають величину приземного шару повітря. Тому, диференціюючи їх, можна дати таке визначення. Мікроклімат характеризується режимом погоди, обумовленим для даної пори року, на обмеженій території в приземному шарі повітря. Висоту приземного шару повітря необхідно брати на відкритій місцевості 6...8 м, на території забудови –подвійній висоті забудови.

Мікрокліматом називаються особливості клімату приземного шару повітря на окремих ділянках території міста, що формуються під впливом місцевих природних факторів (грунт, рослинність, рельєф, водойми й інші компоненти ландшафту) і містобудівного освоєння території (забудова, благоустрій, озеленення й т.п.).

Фактори, що визначають мікроклімат, і їхній вплив на навколишнє середовище міста

Мікрокліматичні умови на території міста залежать, в основному, від впливу таких містобудівних факторів, як функціональне використання території, щільність, висота й прийоми забудови, наявність зелених насаджень і їхній породний склад.

Розглядаючи функціональні зони, можна розподілити їх за ступенями забруднення повітря пилом і газами, за наявністю водойм і зелених насаджень.

Щільність, висота й композиція забудови, у свою чергу, впливають на інсоляцію території, швидкість вітру й умови аерації. Ступінь впливу зелених насаджень на мікрокліматичні умови озелененої території істотна: за їхньою допомогою можна значно

знизити пряму сонячну радіацію, температуру повітря й поверхні, швидкість вітру й у деяких випадках підвищити вологість повітря.

Під час проектування території міста або окремих його зон (об'єктів) мікрокліматичні умови визначаються за такими показниками, як зміна коефіцієнта швидкості вітру, коефіцієнта прямої сонячної радіації й різниця температури повітря.

Варто пам'ятати, що крім перерахованих факторів пряму й істотну роль в утворенні мікрокліматичних умов грає рельєф території, тому що при всіх рівних умовах орієнтація схилів визначає інтенсивність сонячної радіації і, як наслідок – нагрівання повітря, ґрунту й інших поверхонь.

Оцінка клімату й мікроклімату

У процесі проектування джерелами інформації для одержання кліматичних характеристик служать: ДСТУ –НБВ.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі; Кліматичний атлас; дані щоденних метеорологічних спостережень, що наявні у фондах Гідрометеослужби, і інші матеріали довідкового й методичного характеру.

Кліматична оцінка¹ на рівні окремих районів країни ґрунтуюється на біометеорологічних методах оцінки¹, що враховують

¹ В основі біокліматичної оцінки лежить фізіолого-гігієнічна класифікація погод. За комбінацією різних величин температури повітря й швидкості вітру в холодний період, а також температури повітря, швидкості вітру, інтенсивності сонячної радіації й відносної вологості повітря в теплий період виділяються фізіолого-гігієнічні класи погод, відповідні до різних типів теплового стану людину: чотири класи холодних погод різного ступеня переохолодження (1х, 2х, 3х, 4х), 4 класа теплих погод різного ступеня перегріву (1т, 2т, 3т, 4т) і комфортна погода. Критерієм комфортності біокліматичних умов міського середовища є певна повторюваність дискомфортних класів погод (2х, 3х, 4х, 2т, 3т, 4т). Так, при повторюваності дискомфортних погод, що перевищує 89% річного періоду, необхідне застосування відповідних містобудівних заходів, що нейтралізують негативний вплив кліматичних умов. Цей метод оцінки клімату графічно виражається у формі кліматограмм погод, що характеризують повторюваність, що викликають у людини той або інший тепловий стан, дозволяє визначити основні типологічні особливості клімату міст і може бути використаний для загальної характеристики клімату того або іншого міста.

вплив кліматичних факторів на тепловий стан, самопочуття й здоров'я людини й взаємопов'язуючих біологічних й метеорологічні явищ й процесів. За допомогою виявлення типологічних вимог до форм архітектурно-просторової організації життєдіяльності людини в процесі праці, побуту й відпочинку на основі об'єктивних критерій комфорtnості й дискомфорtnості зовнішніх умов. До його складу входить кліматичне районування території країни для будівництва (виділення районів і підрайонів із середньою місячною температурою повітря в січні й липні, середньою за три місяці швидкістю вітру й середньою місячною вологістю повітря в липні). На базі районування нормуються основні характеристики житла: планування квартир (провітрювання, орієнтація, підсобні приміщення, сонцевахисні пристрої, лоджії й ін.), будинків (устрій сходів, критих переходів, тамбурів і ін.) і ін. За позиціями містобудівних вимог виділяються території за ступенем сприятливості природних умов для життя населення – з метою визначення черговості, характеру форм розселення, часу адаптації людей у незвичній для них обстановці, особливостей побуту (ритм праці, одяг, харчування).

Відповідно до цього районування, на території України виділені чотири основні кліматичні зони: ПВ, ШВ, ШБ, IVB, усередині яких виділені подзони і проведено містобудівне районування на основі природно-географічних та інженерно-будівельних умов (ДБН 360-92**).

За даними окремого міста (або району) складається будівельно-кліматичний паспорт об'єкта проектування.

¹ Біометеорологічний метод оцінки кліматичних умов дозволив переглянути кліматичні межі районів країни для цілей містобудування. Дане районування складене на основі: пофакторного аналізу просторового розподілу провідних кліматичних характеристик (радіаційний, температурний, вітровий режими; атмосферні явища); оцінки кліматичних умов за повторюваністю фізіологічно-гігієнічних класів погод; аналізу комбінацій метеорологічних елементів, що визначають умови розсіювання шкідливих домішок в атмосфернім повітрі (потенціал забруднення атмосфери); ландшафтного зонування, що містить відомості про географічне положення ландшафтних зон, рельєф, ґрунтово-рослинний покров й поширення окремих інженерно-геологічних процесів і явищ (мерзлотні форми, заболоченість, складні форми рельєфу і т.д.).

Будівельно-кліматичний паспорт міста¹ містить: архітектурний аналіз клімату; інженерно-кліматичні розрахунки окремих факторів клімату; архітектурний аналіз мікроклімату.

Архітектурний аналіз клімату міста передбачає характеристику кліматичних умов, що визначає санітарно-гігієнічні й екологічні вимоги до архітектурно-планувальних рішень житла, житлової забудови, планувальної організації міста в цілому. Результатом архітектурного аналізу клімату є аналіз і оцінка просторової й тимчасової динаміки окремих факторів клімату (радіаційні, температурні, вітрові режими й ін.) і їхніх комплексів (оцінка сторін обрію за тепловим опроміненням сонячною радіацією, температурний режим, температурно-вологісний режим й т.д.)

Архітектурний аналіз мікроклімату здійснюється за двома напрямами: мікроклімат в умовах природного ландшафту й мікроклімат в умовах міської забудови.

При аналізі мікроклімату в умовах природного ландшафту, тобто встановленні взаємодії факторів клімату з елементами ландшафту, головна увага приділяється: радіаційному режиму, тобто приходу сонячної радіації на схили різної крутості й експозиції, а також тривалості добової інсоляції на окремих ділянках в умовах пересіченого рельєфу; температурним розходженням, що викликані формами рельєфу, ґрутовими умовами, видом рослинного покриву й наявністю водних просторів; вітровому режиму, що характеризується посиленням або ослабленням віtru на окремих ділянках території, а також утворенням місцевих струмів повітря в умовах складного рельєфу при чергуванні відкритих і залісених територій, за наявності водних просторів; режиму зволоження, що залежить від форми рельєфу, ґрутових умов і існуючого рослинного покриву.

Детальний аналіз мікроклімату території проводиться на топографічній підоснові (використовується гіпсометрична карта масштабу 1:10000— 1:50000) шляхом введення виправлень до

¹ Іноді називається природно-кліматичний паспорт.

відповідних кліматичних характеристик залежно від висоти місця, форм рельєфу, експозиції схилів, наявності водойм і т.п. Визначають орієнтацію схилів і кути нахилу місцевості, підрозділяючи рівні місця на підвищенні й знижені (для північних районів визначають стокові явища, які мають місце на рельєфі, починаючи з ухилу понад 3%). Здійснивши генералізацію рельєфу й розбивку місцевості на ділянки, оцінюють територію за ступенем сприятливості для освоєння під будівництво за урахування теплового впливу сонячної радіації й вітрового режиму. Критерії оцінки наведені в табл. 6.1 і 6.2.

Таблиця 6.1

Оцінка території за вітровим режимом

Загальна оцінка вітрового режimu	Ступінь сприятливості форм рельєфу											
	вершини і підвищення із пласкими вершинами й пологими схилами			навітряні схили			схили паралельні вітру			подвет- рені схили		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	що про- дува- ються	що не про- дува- ють- ся	
Райони із сильними швидкостями вітру (повто- рюваність швидкості більше 5 м/с понад 20%)	несприятливі					сприятливі					несприятливі	
Те ж, з помір- ними швидкос- тями (повто- рюваність швидкості вітру 3-5м/с понад 50%, більш 5м/с - менш 20%	несприят- ливі		помірно сприят- ливі		сприятливі					помірно сприятливі		

Таблиця 6.2

Оцінка території за тепловим впливом сонячної радіації

Біокліматична зона	Ступінь сприятливості орієнтації		
	сприятлива	несприятлива	помірно-сприятлива
Холодний і помірний клімат	90-270° Пн(С-З)	315-45° Пн(ПнЗ-ПнС)	45-90° Пн(ПнС-С) 270-315° (З-ПнЗ)
Жаркий клімат	315-45° Пн(ПнЗ-ПнС)	90-270° Пн(С-З)	45-90° Пн(ПнС-С) 270-315° Пн(З-ПнЗ)

Використовуються методи кількісної оцінки мікрокліматичної мінливості зазначених елементів.

Результати архітектурного аналізу мікроклімату території в умовах природного ландшафту надаються у вигляді схеми мікрокліматичного зонування території. Мікрокліматична оцінка території передбачуваного будівництва міста дозволяє більш чітко визначити межі й терitorіальну спрямованість розвитку міста, визначити його структурно-планувальне рішення в цілому, при цьому віддається перевага найбільш теплим, захищеним від вітру ділянкам при розміщенні сельбищних територій і зон відпочинку. Результатом мікрокліматичної оцінки території стала також розроблена система меліоративних заходів з метою поліпшення мікроклімату й інженерної підготовки території для містобудівного освоєння (осушення заболочених ділянок, вітрозахист, озеленення й ін.).

Фактори, що впливають на формування мікрокліматичного режиму

Найскладніша частина паспорта, з позицій кліматичного аналізу – аналіз мікроклімату міської забудови. Міське середовище міста має ряд специфічних властивостей, що зумовлюють вплив на формування метеорологічного режиму в приземному шарі повітря. До основних факторів, що викликають зміни кліматичних умов у міській забудові, варто віднести:

– забруднення атмосферного повітря (зміна складу повітря, що виражається в збільшенні змісту твердих зважених часток і сторонніх газоподібних домішок). Забруднення міської атмосфери впливає на багато компонентів міського клімату: опади, кількість і інтенсивність туманів, радіаційний баланс;

– зміна теплообміну в місті за рахунок закритості горизонту, теплофізичних властивостей міських поверхонь (теплоємність, відбивна здатність домішок). Утворення острова тепла – це відношення поверхонь, активних з погляду випару, до неактивних. Якщо рослинний покрив майже 60% енергії витрачає на випар, то щільно забудовані поверхні – лише близько 15%. У результаті цього в містах приземного шару повітря отримується більш ніж у три рази більше тепла в порівнянні з природними поверхнями, що являє собою основу формування міського «острова тепла»;

– штучне утворення потоків тепла під час опалення, роботи автотранспорту, на промислових підприємствах;

– створення «міських бризів» у містах, де швидкість вітру незначна, можуть мати місце штучні бризи, які виникають при різниці тиску повітря між окремими ділянками, зокрема під час виникнення різниці температур на цих ділянках. Так, наприклад, такий рух повітря (називається термічним провітрюванням) може виникнути між містом і околицями, між зеленим масивом і прилягаючою територією забудови, між затіненою та опроміненою частинами ділянки. Створення штучних бризів – важливе питання, що може вплинути на систему організації приміської зони, систему озеленення міста.

Залежно від характеру містобудівної ситуації окремих районів міста (прийоми й щільність забудови, поверховість, озеленення й благоустрій і т.п.) їхні мікрокліматичні характеристики можуть різко відрізнятися. Оцінка мікроклімату в міській забудові проводиться на основі встановлених закономірностей його формування, методів кількісної оцінки мінливості мікрокліматичних показників у різних містобудівних ситуаціях і в необхідних випадках – за даними спеціальних натурних обстежень

(спостережень) і виражається в мікрокліматичному районуванні його території. Метою такого аналізу є виявлення найбільш несприятливих за мікрокліматичними умовами районів міста, що вимагають спеціальних заходів щодо поліпшення мікроклімату.

Оцінка провідних факторів мікроклімату в умовах міської забудови

Специфіка мікрокліматичних відмінностей окремих ділянок міської забудови, насамперед, визначається радіаційним, тепловим і аераційним режимами.

Оцінка радіаційного режиму включає фонові характеристики: інтенсивність потоків прямої і дифузійної радіації на горизонтальну й перпендикулярну поверхні, а також аналіз трансформації радіаційних потоків усередині міської території – надходження сонячної радіації на похилі поверхні різної орієнтації, взаємоопромінювання елементів забудови й т.д. Дані про інтенсивність і суми прямої сонячної радіації й інших компонентів радіаційного режиму за різні періоди часу для конкретного пункту можуть бути отримані з відповідного випуску Довідника по клімату.

Інтенсивність випроміненої й відбитої поверхнею радіації й радіус її негативного впливу визначаються кількістю сонячної радіації, що потрапила, й відбивною здатністю (альбедо) цієї поверхні. У свою чергу, інтенсивність опромінення вертикальної поверхні визначається її орієнтацією. Так, наприклад, якщо прийняти опромінення поверхні південної орієнтації за 100%, то для поверхонь інших орієнтацій будемо мати: схід і захід – 130%; сПнЗ і ЗПнЗ – 128%; СПдС і ЗПдС – 137%; ПнЗ і ПнС – 106%; ПнПнС і ПнПнЗ – 85%; північ – 65%. Таким чином, найбільшу кількість радіації одержують стіни, що виходять на схід і захід.

Варто пам'ятати, що в південних містах за менш сприятливих умов перебувають стіни, звернені на захід і південний захід, оскільки висока інтенсивність їхнього опромінення, як правило,

сполучається з найбільш високими денними температурами повітря. Ці стіни відповідно мають і більш високу температуру поверхні. Так, наприклад, різниця між температурами поверхонь стін південної й західної орієнтації в період їхнього максимального опромінення може скласти 6° С.

Вплив відбитої поверхнями радіації проявляється на таких відстанях від поверхні: при південно-східній і південній орієнтації – до 4-5 м; південно-західній – 7-8 м; західній – 9-10 м; північно-західній – 5-6 м. Радіус дії теплового довгохвильового випромінювання нагрітих поверхонь трохи більше. Так, при західній орієнтації поверхні він досягає 15-16 м. Ці закономірності мають значення під час вибору засобів благоустрою й озеленення житлових територій (розміщення пішохідних доріжок, дитячих майданчиків та ін.).

Відомості про альбедо розповсюджених будівельних матеріалів, деяких природних поверхонь, а також про опромінення вертикальних поверхонь залежно від їхньої орієнтації наведені в Довіднику по клімату.

Тепловий режим визначається сумарною сонячною радіацією й температурою повітря. Розрахунок теплового режиму території забудови може бути виконаний різними способами й представлений картами інсоляції території (рис. 6.1).

Перший спосіб зводиться до того, що на території житлової забудови по квадратній сітці наноситься мережа опорних точок, у кожній з яких тим або іншим способом визначається показник тривалості інсоляції на певний місяць. По цих же точках за допомогою таблиць або енергетичних графіків розраховується кількість теплової енергії, що надходить у кожну точку опорної сітки. Потім за інтерполяцією проводяться ізолінії, кратні 1000 ккал /($\text{м}^2 \cdot \text{день}$).

Другий спосіб заснований на побудові конвертів тіней від будинків на кожну годину дня з подальшим проведенням ізоліній тривалості інсоляції.

Третій спосіб заснований на застосуванні світлопланоміра ДМ-55, за яким визначаються тривалість інсоляції на будь-який місяць і кількість вступник енергії шляхом накладення приладу відповідного масштабу на креслення забудови.

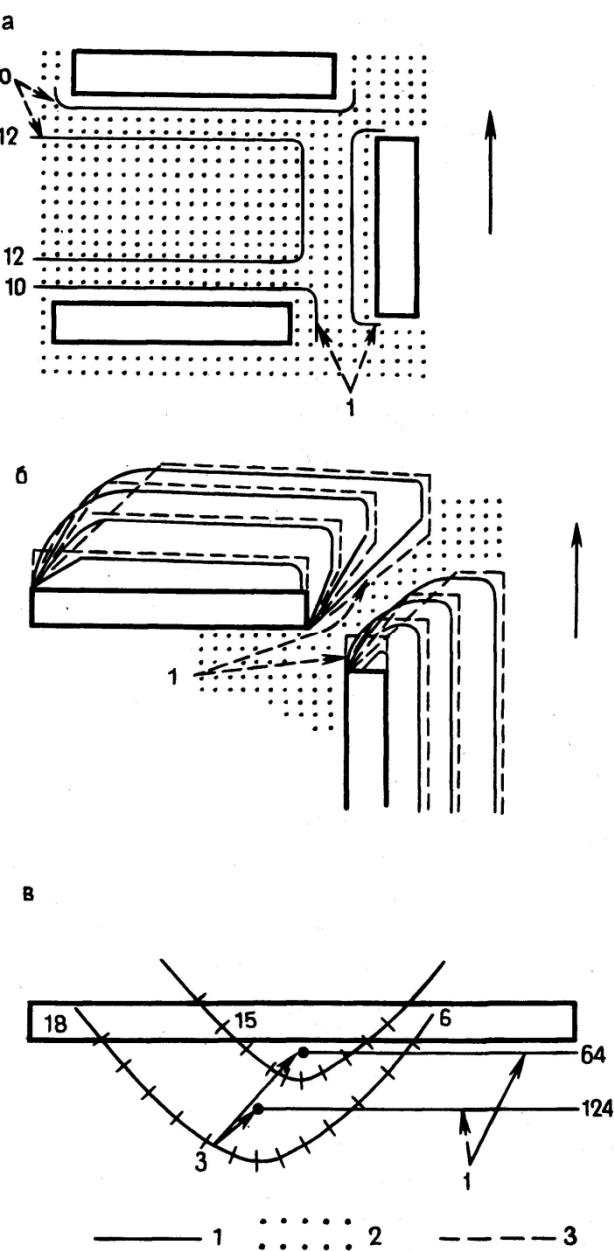


Рис. 6.1. Варіанти розрахунку теплового режиму житлової забудови:
 а – побудова ізоліній по опорних точках; б – те ж, по конвертах тіней;
 в – те ж, за допомогою «світлопланоміра»;
 1 – ізолінії; 2 – опорні точки; 3 – конверти тіней

Визначення показника комфортності міського середовища

У літній період на вулицях і площах міста, на території мікрорайонів, скверів і парків формується свій мікроклімат, що може значно відрізнятися від загального кліматичного фону міста. Мікроклімат міських територій є одним з основних фізико-гігієнічних факторів зовнішнього середовища, що визначають умови праці, побуту й відпочинку людини, і повинен відповідати високим санітарним вимогам.

Як було показано раніше, планувальні засоби дають широкі можливості регулювання мікроклімату, але для цього необхідна методика оцінки умов мікроклімату, що враховує не тільки метеорологічні фактори, але й планувальні. Результати оцінки повинні відповідати тепловому стану людини.

У Головній геофізичній обсерваторії імені А.І. Войкова було складене рівняння теплового балансу людини, яка перебуває на відкритій місцевості. Оцінка умов мікроклімату за допомогою цього рівняння заснована на тому, що середня температура шкіри людини об'єктивно виражає реакцію організму на вплив мікрокліматичних факторів і служить показником теплового стану людини.

Комфортному тепловому стану людини відповідає середня температура шкіри людина у межах 32,2...33,2 °C. За температури шкіри 28 °C людині холодно; 28,1...29,9 °C – дуже прохолодно; 30,0...32,1 °C – прохолодно; 33,3...34,3 °C – тепло; 34,4...35,5 °C – пекуче; 35,6...36,6 °C – дуже пекуче й т.д.

У порівнянні з наявними методами рівняння теплового балансу людини має ряд переваг:

- 1) в оцінці відсутній елемент суб'єктивності;
- 2) рівняння містить повний комплекс метеорологічних факторів;
- 3) ураховує характер діяльності людини і теплозахисну роль одягу.

Висока збіжність результатів оцінки теплового стану людини за позитивних температур повітря дозволяє використовувати рівняння стосовно міста, де мікроклімат особливо яскраво виражений у теплу пору року.

При цьому необхідно враховувати важливу роль діяльної поверхні міста, що не є необмеженою площиною, а являє собою безліч напівзамкнутих просторів. Крім того, у забудові площа активної поверхні збільшується за рахунок стін будинків і споруджень, що одночасно закривають частину небозводу, змінюється співвідношення теплих і холодних поверхонь у порівнянні з відкритою територією.

Внаслідок цього в рівнянні змінюються радіаційні складові. Відповідно збільшенню площині активної поверхні на величину закритості горизонту зростає інтенсивність відбитої радіації й теплового випромінювання, зменшується інтенсивність ефективного випромінювання.

Закритість горизонту – величина, на яку зменшується площа видного небозводу й відповідно збільшується видима площа активної поверхні в місті.

Закритість горизонту визначається планувальними факторами: щільністю й композицією забудови, а також залежить від розташування точки спостереження.

Рівняння теплового балансу:

$$\begin{aligned} & \left[Q \frac{ctgh}{\pi} + \frac{q}{2} + \frac{Q+q}{2} (1+N) a_0 \right] (1-a) - \frac{I_0}{2} (1-N) + \theta_s = \\ & = \theta + \frac{2S_\delta \theta^\delta (\theta_0 - \theta) (1+N)}{\rho C_p D + 4S_\delta \theta^3} + \\ & + \left[kM - \rho LD (e_s - e) a \frac{D'}{D' + D} \right] \frac{(\rho C_p D' + \rho C_p D + 4S_\delta \theta^3)}{(\rho C_p D + 4S_\delta \theta^3) \rho C_p D'}, \end{aligned}$$

де θ_s – середня температура шкіри людини, відлічувана від абсолютноного нуля, град;

θ , θ_0 – температура відповідно повітря й активної поверхні, відлічувана від абсолютноного нуля, град;

Q , q – інтенсивність відповідно прямої і розсіяної сонячної радіації, що падає на горизонтальну поверхню за висоти Сонця h , ккал/см²Чхв;

I_0 – ефективне випромінювання тіла, температура якого дорівнює температурі повітря; змінюється в межах 0,10...0,18 ккал/см²Чхв;

a, a_0 – альбедо одягу людини ($\sim 0,3$) і середнє альбедо активної поверхні (0,15...0,25);

σ – постійна Стефана-Больцмана 8.14×10^{11} ;

D – коефіцієнт зовнішньої дифузії, що залежить від швидкості вітру V (м/с);

$D = 60\sqrt{V}$ (см /хв);

e_s – питома вологість повітря, наасиченого водяною парою за середньої температури шкіри (приблизно 0,033 г/г);

e – питома вологість повітря, г/г;

S – коефіцієнт, що характеризує відмінність властивостей випромінюючої поверхні від властивостей абсолютно чорного тіла (приблизно 0,9);

L – прихована теплота випару (приблизно 590 кал/г);

kM – теплопродукція людини; $k = 1$ – людина в спокої, $k = 1,5$ – зайнятий дуже легкою роботою; $k = 2$ – легко; $k = 3$ – середньої важкості;

$M = 80 \times 10^3$ ккал/см²Чхв;

D' – показник тепlopровідності одягу, см/хв; улітку в помірних широтах теплоізоляція одягу береться за 1КЛО; одяг перехідних сезонів – 2КЛО, зимова – 3...4КЛО;

a – характеризує умови випару з поверхні шкіри ($0,1 \leq a \leq 0,3$);

N – закритість горизонту забудовою, визначається планувальними факторами;

g , C_p – відповідно щільність і питома теплоємність повітря:

$(q \cdot C_p) = 0,0003$ ккал/см³Чград).

Для попередніх розрахунків рівняння перетвориться:

$$\theta_s = \theta + \frac{A+B(1+N)}{C+E} + \frac{F(C+E+G)}{(C+E)G},$$

де θ – температура повітря, град:

$$A = \left[Q \frac{ctgh}{\pi} + \frac{q}{2} + \frac{Q+q}{2}(1+N)a_0 \right] (1-a) - \frac{I_0}{2}(1-N).$$

Значення A при $a_0=0,2$; $N=0,4$; $a=0,3$ і $I_0=0,12$ наведені у табл. 6.3:

$$B = 2S\theta^3(\theta_0 - \theta);$$

$$E = 4S_\delta\theta^3.$$

У табл. 6.4:

$$C = \rho C_p D;$$

$$G = \rho C_p D'.$$

У табл. 6.5

$$F = \left[kM - \rho LD(e_s - e) a \frac{D'}{D' + D} \right]$$

значення F при $(e_s - e)=0,024$, $a=0,2$ наведені в табл. 6.5.

Значення закритості обрію N можна взяти за табл. 6.6.

Для спрощення запису табличні значення величин A , B , C , E и G помножені на 10^3 .

Таблиця 6.3

Значення A залежно від кута падіння сонячних променів

h^0	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
A	209	228	245	255	268	278	288	298	301	305	308	310	312

Таблиця 6.4

**Значення B , E залежно від температури повітря
й різниці температур діяльної поверхні повітря**

θ	E	B при $(\theta_0 - \theta)$									
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
14	7	21	28	34	41	48	55	62	69	76	82
16	7	21	28	35	42	49	56	64	71	78	84
18	7	22	29	36	43	51	58	65	72	80	86
20	7	22	30	37	44	52	59	67	74	81	88
22	8	23	30	38	45	53	61	68	76	83	90
24	8	23	31	39	47	54	62	69	77	85	94
26	8	24	32	39	48	55	63	70	79	87	96
28	8	24	33	40	49	57	65	72	81	89	98
30	8	25	33	41	50	58	66	73	83	91	100
32	8	25	34	42	51	59	67	75	84	93	102
34	9	26	35	42	52	60	69	76	86	94	104
36	9	26	35	43	53	62	70	79	88	96	106

Таблиця 6.5

**Значення C , E и G залежно від швидкості вітру, м/с,
роду занять людини (для одягу 0,5 КЛО й 1 КЛО)**

V	C	Одяг 0,5 КЛО					Одяг 1 КЛО				
		G	F при				G	F при			
			1М	1,5М	2М	3М		1М	1,5М	2М	3М
0,2	8	20	16	56	96	176	10	30	70	110	190
0,4	11	21	6	34	74	154	10	17	57	97	177
0,6	14	22	-20	20	60	140	11	9	49	89	169
0,8	16	23	-29	11	51	131	11	2	42	82	162
1,0	18	24	-39	1	41	121	12	-2	38	48	158
1,2	20	25	-48	-8	32	112	13	-10	30	70	150
1,5	22	26	-58	-18	22	102	13	-17	23	63	143
2,0	25	28	-76	-36	4	84	14	-25	15	55	135
2,5	28	30	-89	-49	-9	72	15	-32	8	48	128
3,0	31	31	-102	-62	-22	58	16	-40	8	40	120
3,5	34	33	-114	-74	-34	46	17	-49	-9	31	111
4,0	36	34	-125	-85	-45	35	17	-55	-15	25	105

Таблиця 6.6

Усереднені значення закритості обрію N залежно від відстані до стін 1, м для 9-поверхової забудови

1, м	1	3	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60
N	0,75	0,72	0,65	0,6	0,56	0,5	0,43	0,4	0,37	0,35	0,32	0,30

Розглянемо приклад розрахунку

Необхідно оцінити умови комфорності на відкритій площинці відпочинку в період з 13 до 16 год. Теплопродукція людини – 1,5 М, одяг у теплий день – 0,5 КЛО.

Площадка розташована на відстані 10 м від південної стіни будинку. Покриття площинки – асфальт; $\theta = 24^{\circ}\text{C}$, $V = 1,2 \text{ м/с}$; $(\theta_0 - \theta) = 16^{\circ}\text{C}$; $h^0 = 48^{\circ}$.

Виписуємо з табл. 6.3; 6.4; 6.5 і 6.6 значення: $A = 288$, $B = 62$, $E = 8$, $C = 20$, $G = 25$, $F = -8$, $N = 0,6$.

Тоді $\theta_s = 24 + 288+62 (1+0,6) - 8\{20+8+25\} = 24+13.8-0.6 = =37,8 - 0,6=37,2^{\circ}\text{C}$.

Умови мікроклімату дикомфортні, тому що комфорному тепловому стану людини відповідає середня температура шкіри людини в межах $32,2\dots33,2^{\circ}\text{C}$.

Якщо затінити площинку деревами, то їхні крони знизять сумарну сонячну радіацію приблизно на 30%, а різниця температур активної поверхні й повітря складе 10°C . Тоді $A = 288x(1-0,3) = =202$, $B=39$, $B=81$, $C=20$, $F=-8$, $N=0,6$, $G=25$; $24 + 202+39(1+0,6) - 8(20+8+25) = 24+9,4-0,6=32,8^{\circ}\text{C}$

Умови мікроклімату стануть комфортними.

6.2. Заходи щодо покращення умов мікроклімату

Архітектурно-планувальні рішення житлової забудови

У наш час виявлена ефективність окремих архітектурно-планувальних рішень житлової забудови (прийоми і тип забудови,

прийоми озеленення і благоустрою) з регулювання факторів мікроклімату.

Мікроклімат житлової забудови.

Крім прямих сонячних променів інсоляції велике значення під час планувальної організації житлової території має відбита й випромінювана поверхнями радіація. Її роль зростає за високої інтенсивності прямого сонячного опромінення.

Так, наприклад, людина, що перебуває на асфальтовому покритті поверхні, що опромінюється поблизу сонцем, біля стіни будинку, може потрапити в зону дії відбитої й випромененої радіації, що становить $0,45 \text{ ккал}/(\text{см}^2 \cdot \text{хв})$ від стіни (за температури стіни 65°C) і $0,48 \text{ ккал}/\text{см}^2 \cdot \text{хв}$ від поверхні асфальту за температури останнього 70°C). У цьому випадку загальний додатковий вплив на людину теплової енергії нагрітих поверхонь досягає $1 \text{ ккал}/(\text{см}^2 \cdot \text{хв})$, що майже рівнозначно прямому сонячному опроміненню (рис. 6.2).

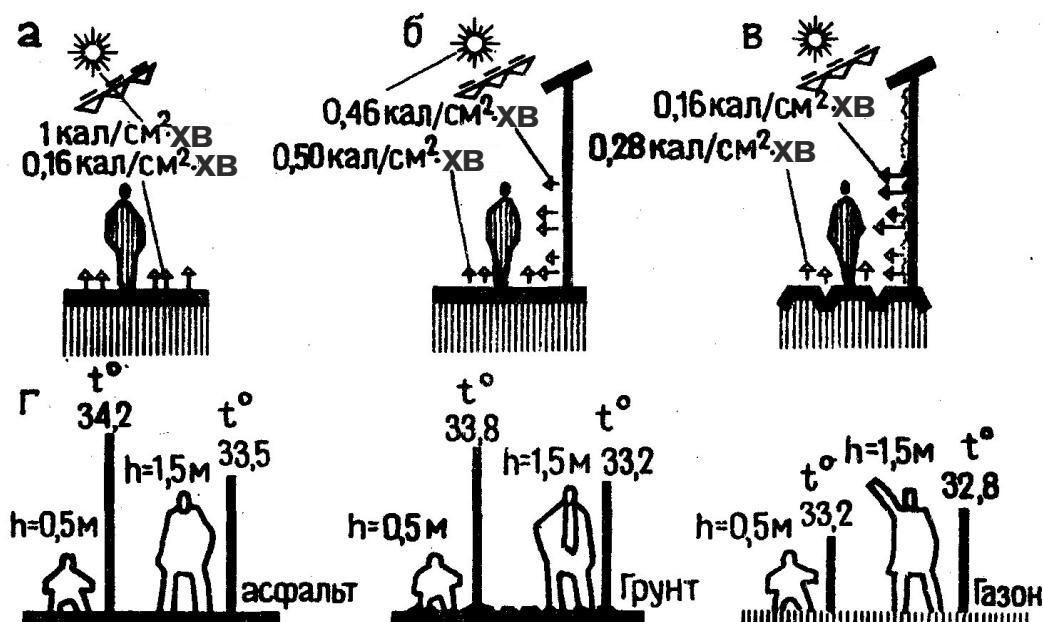


Рис. 6.2. Радіаційний режим на окремих ділянках житлової забудови:

a – газонне покриття; *b* – асфальтове покриття ($t = 70^\circ\text{C}$) стіна, що опромінюється ($t = 65^\circ\text{C}$); *c* – покриття із плит ($t = 40^\circ\text{C}$) стіна, що опромінюється, оповита рослинами ($t = 35^\circ\text{C}$); *г* – температура повітря над різними поверхнями, висота 0,5 і 1,5 м (за швидкості вітру 1,5 м/с) у порядку згадування: асфальт, ґрунт, газон

Обмеження доступу сонячних променів до поверхонь досягається за допомогою зелених насаджень і спеціальних конструктивних пристройів (горизонтальні козирки уздовж фасадів, вертикальні жалюзі, екрані, карнизи, балкони й ін.).

Відбивні властивості й нагрівання того або іншого стінового матеріалу або покриття безпосередньо пов'язані з кольором і фактурою (ступенем шорсткості) їхньої поверхні, тобто залежать від її оптичних властивостей (коєфіцієнта відбиття, поглинання, пропущення). Так, наприклад, температуру поверхні стіни можна знизити за рахунок вибору відповідного фарбування на 10–15 °C.

Характер поширення в забудові відбитою випромінюваною поверхнями радіації, та їхня теплова дія проявляється на таких відстанях від поверхні: при південно-східній і південній орієнтації – 4-5 м; південно-західної – 7-8 м; західної – 9-10 м; північно-західної – 5-6 м. Радіус дії теплового довгохвильового випромінювання нагрітих поверхонь трохи більше. Так, при західній орієнтації поверхні він досягає 15-16 м.

Цим факторам повинне надаватися особливе значення під час розробки планувального рішення житлової території. Під час трасування пішохідних шляхів, розміщені дитячих майданчиків і інших елементів, використовуваних населенням, необхідно враховувати розташування поверхонь, що відбивають і випромінюють сонячну радіацію.

Озеленення для регулювання мікроклімату

Для створення бажаного мікрокліматичного ефекту використовують озеленення.

Велике й різnobічне мікрокліматичне значення зелених насаджень.

Рослини здатні захищати від сильних вітрів, пилепереносу і надлишкової інсоляції, підсилювати сприятливі повітряні течії, знижувати літній перегрів зовнішнього середовища, змінювати відносну вологість повітря, регулювати температурний режим і ін.

Озеленення житлових територій проєктується не тільки за урахування забезпечення нормативної тривалості інсоляції, але й умов перегріву зовнішнього середовища – зменшення теплових навантажень від прямої й відбитої радіації.

Зелені насадження є ефективним засобом регулювання температурно-радіаційного режиму.

Одним з основних властивостей зелених насаджень у поліпшенні мікроклімату є регулювання радіаційного режиму.

Сумарна радіація серед насаджень може бути знижена до 95% залежно від щільності крон дерев.

У силу фізіологічних особливостей рослин температура поверхні зеленого покриву дерев значно нижче температури оголеного ґрунту, штучних покриттів і звичайно близька до температури повітря. У жаркі літні місяці інсольовані поверхні міського оточення дуже сильно нагріваються, перетворюючись у джерела теплового випромінювання високої інтенсивності. Під кронами дерев значно знижується нагрів поверхонь (на 8-25°), а також інтенсивність відбитої випроміненої ними радіації.

Нагрів поверхні під деревами зменшується на 8-25 °C у порівнянні з відкритими ділянками.

Поверхні, покриті кучерявими рослинами, одержують радіаційного тепла в 1,5-15 разів менше в порівнянні з поверхнями, вільними від рослин.

Температура приземного шару повітря (200 см) над газоном на 1,5°C нижче, ніж над асфальтом, і на 1° нижче, ніж над ґрунтом.

Охолоджуюча дія зелених насаджень значною мірою пояснюється витратою великої кількості тепла в середовищі зелених насаджень на транспірацію. У результаті рослини підвищують відносну вологість повітря (на 10–20%), що в багатьох районах країни має істотне гігієнічне значення. Все це сприяє зниженню температури повітря озеленених територій на 3–4 °C, а в окремих випадках – навіть на 6–8 °C (на територіях, озеленених широколистими породами дерев).

Витрата великої кількості тепла в середовищі зелених насаджень на транспірацію створює умови зниження температури й підвищення відносної вологості, що має істотне гігієнічне значення.

Відповідно до вимог поліпшення мікроклімату під час реконструкції району велика увага приділяється регулюванню вітрового режиму (створенню оптимальних умов аерації). Важливо забезпечити провітрювання забудованих територій – шляхом уникнення замкнутих просторів. За можливістю варто розкривати простори убік переважних вітрів. Замкнуті двори варто розкривати хоча б з одного боку, особливо в напрямку озеленених територій. У всіх випадках, щоб організувати внутрішній простір, варто утворювати «зелені коридори» для надходження свіжого повітря.

У табл. 6.7 наведені дані впливи зелених насаджень і елементів зовнішнього благоустрою на поліпшення мікроклімату житлових територій в умовах перегріву міського середовища.

Таблиця 6.7
**Регулювання мікроклімату елементами озеленення
й зовнішнього благоустрою**

Елементи озеленення та зовнішній благоустрій	Зниження температури, C°		Зниження відносної вологості повітря, %	Зниження швидкості вітру, %	Зниження інтенсивно- сті прямої сонячної радіації, %
	повітря	поверхні			
Масив зелених насаджень щільністю 0,8-1	3,5-5,5	25-20	10-20	50-75	95-100
Група дерев	1-1,5	12-20	4-6	20-40	94-96
Рядова посад- ка дерев	1-1,5	12-19	4-7	30-50	95
Газон,квітник	0,5	6-12	1-4	-	-
Кондиціонер- на установка, суцільна заві- са води висо- тою до 2,5 м	8	-	40	-	-
Фонтан	1,5-3,5	-	5-10	-	-
Пергола опо- вита курчави- ми рослинами	1,5-1	-	-	20-30	80
Навіси	0,5-0,8	-	-	20-40	20-100

Захист пішохідних шляхів, майданчиків відпочинку й інших територій від впливу відбитої дорожніми покриттями радіації можна здійснити екрануванням за допомогою зелених насаджень заввишки 2 м. Екран розміщують з боку джерела відбитої радіації на відстані 0,5-1 м від краю ділянки, що захищають. Відбиту стінами радіацію можна екранувати зеленими насадженнями висотою не менш 2 м при 5-поверховій забудові й не менш 3 м при 9-поверховій. У другому випадку переважніше дерева з піраміdalною кроною (крім вічнозелених) у сполученні із чагарником у формі живоплоту. Не допускається застосовувати як екрануючі насадження вічнозелені рослини заввишки 3 м і більше, тому що при цьому погіршується інсоляція приміщень першого поверху.

7. КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1. Системний аналіз стану (якості) навколишнього міського середовища

Багатокомпонентний і багатоцільовий характер проблеми охорони й покращення міського середовища зумовлює застосування методологічного апарату, заснованого на системному (програмно-цільовому) підході, який дозволяє структурно виявити вихідну проблему, намітити варіанти її вирішення й обґрунтувати комплексну програму досягнення поставлених цілей. Важливою стадією системного аналізу стану (якості) навколишнього міського середовища є розробка шляхів переходу від локальних оцінок окремих факторів до їхньої комплексної оцінки.

Дотримуючись принципів системного підходу, програму охорони й покращення навколишнього міського середовища можна побудувати за ієрархічним принципом – від глобальної цілі (або цілі нульового рівня) до складових її підцілей першого рівня, потім

до підцілей другого рівня і т.д. доти, поки цілі більш низьких рівнів не диференціюються на елементарні конструктивні задачі, розв'язання яких можуть забезпечити конкретні заходи. Усі позиції програми відображаються у вигляді нормативних завдань і ранжируються за відносною важливістю.

Сутність такої багаторівневої ієрархічної моделі («дерево цілей») полягає в розподілі зусиль, необхідних для досягнення глобальної цілі, між елементами різних рівнів таким чином, що кожний елемент має свою власну ціль, і в той же час залежність між цими окремими цілями сприяє досягненню системної глобальної цілі. При цьому слід розрізняти цілі стратегічні й конкретні. Стратегічна ціль – це досягнення соціального оптимуму якості навколишнього середовища, тобто найбільш раціональна з функціональної й екологічної точки зору організація, без яких-небудь свідомих обмежень основних життєвих процесів у місті, відповідно до сучасного рівня наукових знань. На сучасному етапі розвитку містобудівної науки такій організації найбільш повно відповідають багатофункціональні (праця – житло – відпочинок) комплексні міські структури. Організація таких структур можлива лише за умови повного переходу до автоматизованих виробництв з безвідходними технологічними процесами, а також нешкідливих, з гігієнічної точки зору, видів транспортних засобів.

Конкретні цілі свідомо обмежуються діючими екологічними й санітарно-гігієнічними нормативними показниками із запланованого стану навколишнього середовища. Залежно від специфіки конкретних територій і їх екологічної ситуації, а також наявності матеріально-технічних ресурсів для різних періодів часу можуть передбачатися такі цільові настанови (порізно або в комбінаціях): стабілізуючі сучасний стан навколишнього середовища; що допускають зниження якості навколишнього середовища до нормативних рівнів; що відновлюють (покращують) якість навколишнього середовища до нормативного рівня.

З метою аналізу й практичного рішення проблему охорони й покращення навколошнього міського середовища можна розчленувати на дві вузлові підпроблеми: 1 – збереження й розвиток природного середовища; 2 – забезпечення збереження й розвиток здоров'я людину.

Розробка першої підпроблеми включає дослідження факторів і компонентів природного середовища (клімат, геологія, ґрутовий і рослинний покрив і ін.). Основна задача полягає у виявленні закономірностей змін цих компонентів у результаті антропогенного впливу на міську територію з метою розробки конкретних заходів для їхньої охорони й цілеспрямованого перетворення, що відповідають екологічним вимогам.

Друга підпроблема пов'язана із запобіганням таких факторів, як зростання забруднення атмосфери, ґрунтів і водних басейнів, збільшення рівнів шуму, порушення термічних і аераційних умов, скорочення площі зелених насаджень та ін., що визначають гігієнічні якості навколошнього середовища й створюють прямий вплив на здоров'я населення. Дослідження роблять в основному з метою діагностики передкризових станів навколошнього для людини міського середовища.

Основна ціль комплексної оцінки стану (якості) навколошнього міського середовища полягає у встановленні певної взаємної відповідності між різноманітними потребами й видами господарського використання міської території й вимогами охорони природи й покращення навколошнього для людини середовища. Це дозволяє інтерпретувати проблему охорони й покращення навколошнього середовища в територіальному розрізі, тобто обґрунтувати диференційований підхід до використання освоюваних територій на основі комплексної оцінки стану навколошнього середовища. Комплексна оцінка стану навколошнього середовища конкретної території ґрунтується на розгляді двох груп факторів, що характеризують санітарно-гігієнічні й екологічні умови за урахування їх значення для

різноманітних видів народногосподарського використання територій і очікуваних шляхів її містобудівного освоєння.

Підсумок комплексної оцінки – карта екологічного зонування території міста й виявлення проблемних екологічних ситуацій, що виникають у тій або іншій його частині. Проблемна екологічна ситуація – це така ситуація, за якої локальний стан навколошнього середовища або окремих його компонентів відрізняється від нормативних у гірший бік.

Таким чином, під комплексною оцінкою стану навколошнього середовища на території міста будемо розуміти інтегральну оцінку окремих оцінок, порівняльну планувальну оцінку окремих ділянок усієї території міста за комплексом природних і антропогенних факторів, що сприяють основним видам господарської діяльності.

Однією з основних задач аналізу є вибір і обґрунтування інтегральних показників, тобто екологічно (або гігієнічно) узагальнених показників стану (якості) навколошнього міського середовища.

У теперішній час під час переходу від аналізу впливу окремих факторів (пофакторного аналізу) до аналізу їх сумарного впливу (комплексної оцінки) з метою порівнянності відокремлених характеристик впливу вводиться метод бальної оцінки. Бали визначають методом експертної оцінки (несприятливі фактори одержують оцінку зі знаком «мінус», сприятливі – зі знаком «плюс»). У результаті додавання балів утворюється кількісна оцінка стану навколошнього середовища за всією сукупністю розглянутих факторів. Враховуючи чітко виражений територіальний аспект проблеми навколошнього міського середовища, при її комплексній оцінці застосовують графоаналітичний метод послідовного накладення схем аналізу кожного фактора. У результаті виходить карта-схема комплексної оцінки стану навколошнього середовища конкретної території. На рис. 7.1 наведений приклад комплексної оцінки природних і антропогенних факторів навколошнього середовища на рівні міста, на рис. 7.2 – на рівні проектів детального планування забудови.

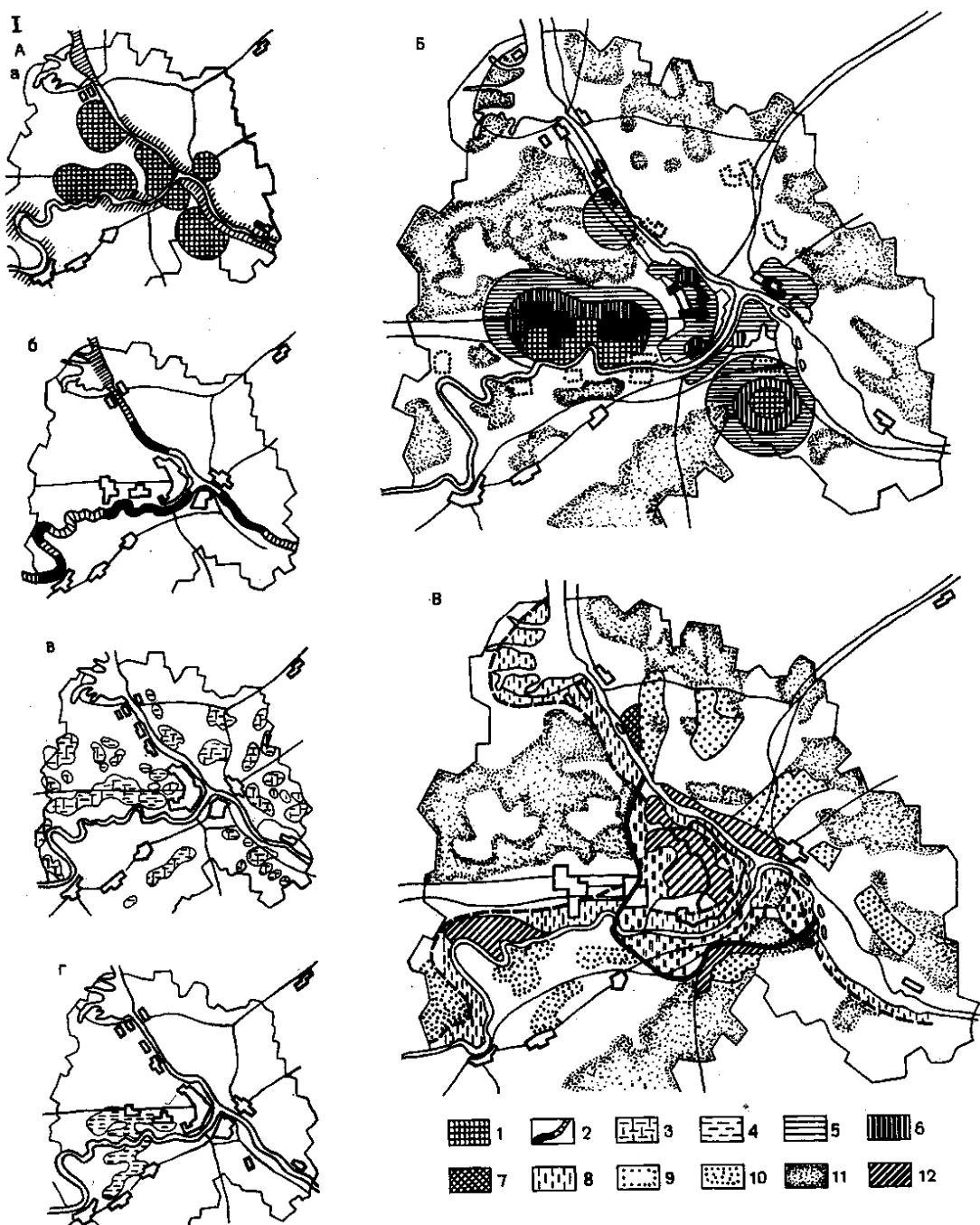


Рис. 7.1. Комплексна оцінка і урахування фізичних факторів навколошнього середовища за умов розвитку великого міста:

A – пофакторний аналіз стану навколошнього середовища за умов розвитку великого міста: *a* – стан атмосферного повітря; *b* – водойм; *c* – заболочуваність територій; *d* – карст; *B* – комплексна оцінка території за умов проживання; *B* – планувальні заходи щодо поліпшення стану навколошнього середовища міста: 1 – забруднення атмосфери; 2 – забруднення водойм; 3 – заболочуваність; 4 – карст; 5 – відносно сприятливі умови; 6 – несприятливі умови; 7 – найбільше несприятливі умови; 8 – меліорація; 9 – проектоване озеленення; 10 – водоохоронне озеленення; 11 – лісопарковий пояс; 12 – охоронювані ландшафти

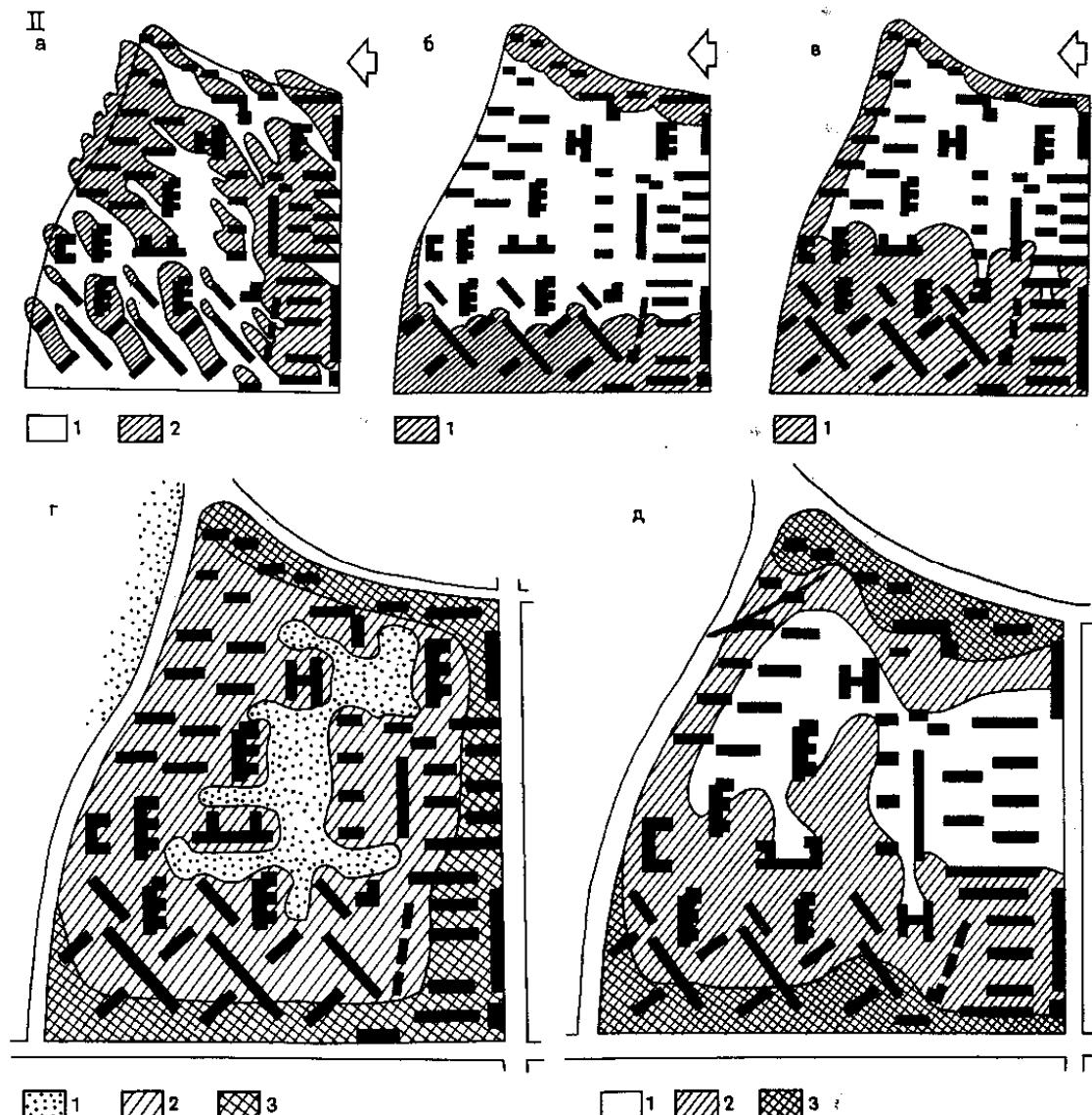


Рис. 7.2. Комплексна санітарно-гігієнічна оцінка житлової забудови:

a – мікроклімат: 1 – зона з коефіцієнтом швидкості вітру 0,5-1; 2 – зона з коефіцієнтом швидкості вітру 1-1,5; *б* – забруднення повітря від автотранспорту: 1 – зона із вмістом окису вуглецю вище ГДК; *в* – шумовий режим: 1 – зона звукового дискомфорту; *г* – забезпеченість зеленими насадженнями: 1 – озеленені простори; 2 – території в зоні впливу зелених насаджень; 3 – території з недостатньою забезпеченістю зеленими насадженнями; *д* – комплексна оцінка: 1 – сприятливі умови; 2 – несприятливі умови; 3 – особливо несприятливі умови

Розглянута вище комплексна оцінка проведена виходячи з умов формування сприятливого середовища для проживання населення. Виявлення в результаті такої оцінки ступеню дискомфортності умов для проживання людини в тих або інших

межах території слугує підставою для розробки вимог за поліпшення мікрокліматичних і санітарно-гігієнічних умов. Карта-схема комплексної оцінки стану навколошнього середовища може стати також підставою для розробки схем планувальних обмежень, природоохоронних заходів, функціонального зонування території під час її освоєння під нове будівництво або проведенні реконструкцій.

Комплексний підхід до оцінки сучасного й прогнозованого стану навколошнього середовища повинен включати також аналіз природного середовища, його розвиток, оцінку ступеню можливої деградації природних комплексів, збереженість матеріально-технічних об'єктів (пам'ятники архітектури, цінна історична забудова й ін.).

У цей час застосовується метод комплексної оцінки стану (якості) навколошнього міського середовища конкретної території, що включає співставлення кількісних і якісних показників з комфортності умов проживання населення, ступені деградації природного комплексу, а також показників «містобудівної цінності» розглянутої території (щільність та стан житлового фонду, забезпеченість інженерною та транспортною інфраструктурою, наявність природних комплексів, що охороняються, і пам'ятників архітектури, рекреаційна забезпеченість тощо).

7.2. Методи комплексної оцінки

Комплексна оцінка навколошнього середовища території міста проводиться на основі аналізу окремих факторів навколошнього середовища. Здійснюється за допомогою методів пофакторної оцінки стану навколошньої міського середовища. Результати фіксуються на схемі. Комплексна оцінка стану (якості) навколошнього середовища здійснюється шляхом накладення графічних схем аналізу кожного з факторів.

Графічний метод може сполучатися з методом бальної оцінки тих або інших факторів. Бали визначаються на основі експертної оцінки (несприятливі фактори одержують оцінку зі знаком «мінус», сприятливі – зі знаком «плюс»). У результаті додавання балів виходить кількісна оцінка стану навколишнього середовища за сумарним впливом факторів.

Слід підкреслити, що бальна оцінка ілюструє можливість використання кількісних критеріїв оцінки й порівняння окремих факторів навколишнього середовища в їхній взаємодії, а також графічно представити стан навколишнього середовища розглянутої території за сукупністю показників.

На підставі отриманих результатів комплексної оцінки можливо визначити пріоритетні проблеми поліпшення навколишнього середовища для розглянутого об'єкта й намітити заходи щодо нейтралізації найбільш несприятливих факторів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Архітектура*: корот. словник-довідник / А.П. Мардер, Ю.М. Євреїнов, О.А. Пламеницька та ін.; за заг. ред. А.П. Мардера. – К.: Будівельник, 1995. – 335 с.: іл.
2. *Баженов В.А.* Інженерна екологія: підручник з теорії і практики сталого розвитку / В.А. Баженов, В.М. Ісаєнко, Ю.М. Саталкін та ін. – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 492 с.
3. *Биваліна М.В.* Містобудівні методи оцінки якості міського середовища // Містобудування та територіальне планування, вип. 37. – К.: КНУБА, 2010. – С. 48-51.
4. *Білявський Г.О.* Основи екології: теорія та практикум: навч. посібник / Г.О. Білявський, Л.І. Бутченко, В.М. Навроцький. – К.: Лібра, 2002. – 352 с.
5. *ДБН В.2.3-218-007:2012.* Споруди транспорту. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування. – К.: ДерждорНДІ, 2012.
6. *Горохов В.А.* Инженерное благоустройство городских территорий: учеб. пособие для вузов / В.А. Горохов, Л.Б. Лунц, О.С. Растворгуев; под общ. ред. Д.С. Самойлова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985. – 389 с, ил.
7. *ДБН 360-92**.* Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. – К.: Мінінвестбуд України, 1993. – 110 с.
8. *ДБН А.2.2-1-2003.* Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держбуд України, 2004. – 21 с.– Замість ДБНА.2.2-1-95.
9. *ДБН А.2.2-3-2004.* Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. – К.: Держбуд України, 2004. – 35 с.

10. *ДБН Б. 1-3-97.* Склад, зміст, порядок розроблення, погодження і затвердження генеральних планів міських населених пунктів. – К.: Держкоммістобудування, 1997. – 32 с.

11. *ДБН Б.2.4-1-94.* Планування і забудова сільських поселень. – К.: УкрНДШцивільсільбуд. Мінбудархітектура України, 1994. – 86 с.

12. *ДБН В.1.2-10-2008.* Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008.

13. *ДБН В.2.2-15-2005.* Будинки і споруди; Житлові будинки. Основні положення. / розроб. Ю.Г. Репин. – Офіц. вид. – К.: Держбуд України, 2005. – II, 36с.+ II, 36 с. – (Державні будівельні норми України). – Бібліогр.: С. 35.

14. *Демін Н.М.* Управление развитием градостроительных систем / Н.М. Демін. – К.: Будівельник, 1991. – 184 с.

15. *Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів, затверджені наказом МОЗ України від 19.06.96 р. №379/1404.* – К.: Украпрхбудінформ, 2002.

16. *Довідник проектильника.Містобудування* / під заг. ред. Т.Ф. Панченкою. – К.:Украпрхбудінформ, 2005. – 190 с.

17. *ДСН 173-96.* Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. – К.: МОЗ України, 1996. – 84 с. (Зі змінами, N 362 від 02.07.2007, N 653 від 31.08.2009).

18. *ДСП 201-97.* Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами). – К.: МОЗ України, 1996. – 92 с.

19. *ДСТУ 3587-97.* Державний стандарт України. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану. – К.: ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ, 1997.

20. *ДСТУ -НБВ.1.1-27:2010.* Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.

21. *ДСТУ-НБВ.2.2-27:2010.* Будинки і споруди. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення (частина 1,2). – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
22. Закон України Про охорону атмосферного повітря. – Чинний з 21.06.2001 №2556-14.
23. Закон України Про планування та забудову території. - Чинний з 20.04.2000 № 1699-ІП.
24. Закон України про ратифікацію Конвенції про оцінку впливу на навколошнє середовище у транскордонному контексті. – Чинний з 19.03.99 № 534-ХІУ.
25. *Інженерний благоустрій міських територій: методичні вказівки до практичних занять та виконання курсової роботи /* уклад.: М.В. Биваліна. – К.: КНУБА, 2011. – 72 с.
26. Клименко М.О. Моніторинг довкілля: підручник / М.О. Клименко, А.М. Прищепа, Н.М. Возняк. – К.: Видавничий центр «Академія», 2006. – 360 с.
27. Корабльова А.І. Екологічна експертиза та екологічна інспекція / А.І. Корабльова, Л.Г. Чесанов, Т.І. Долгова, А.Г. Шапарь, Л.Б. Огир. – Дніпропетровськ: ПоліГраф, 2002. – 220 с
28. Кучерявий В.П. Екологія / В.П. Кучерявий. – Львів: Світ, 2001. – 500 с: іл. Бібліогр.: с. 480
29. *Методические указания к разработке курсового и дипломного проектов по дисциплине „Инженерное благоустройство городских территорий“ /состав. Є.І. Устинова. – К.:КИСИ, 1984. – 79 с.*
30. Нойферт П. Проектирование и строительство. Дом, квартира, сад / П. Нойферт, Л. Нефф; перевод с нем. –Третье изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «Архитектура-С», 2005. – 264 с: ил.
31. *Планування міст і транспорт: методичні вказівки до практичних занять та виконання індивідуальних завдань /* уклад.: М.В. Биваліна, Г.Ю. Васильєва, Д.І. Плотнікова, О.В. Приймаченко та ін. – К.: КНУБА, 2007. – 56 с.
32. *Проектування схеми генерального плану міста: методичні рекомендації до виконання курсового проекту /* уклад.:

М.М. Дьомін, О.І. Сингаївська, М.В. Биваліна, О.Д. Міщенко. – К.: КНУБА, 2008. – 20 с.

33. *СанПиН 2605-82.* Санитарные нормы и правила обеспечения инсоляцией жилых и общественных зданий и территорий жилой застройки (согласовано с Госгражданстроем (письмо № 1-506 от 09.07.82 г.).

34. *СН 3077-84.* Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки. Главное санитарно-эпидемиологическое управление от 03.08.1984 № 3077-84.

35. *Сухарев С.М. Техноекологія та охорона навколошнього середовища: навч. посібник / С.М. Сухарев, С.Ю. Чундак, О.Ю. Сухарева.* – 2-ге видання, стереотипне. – Львів: «Новий Світ-2000», 2005. – 256 с.

36. *Удод В.М., Трофімович В.В. та інші. Техноекологія: навч. посібник / В.М. Удод, В.В. Трофімович та інші.* –К.: КНУБА, 2007. – 195 с.:іл.

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

БИВАЛІНА Марія Вячеславівна

**ІНЖЕНЕРНИЙ БЛАГОУСТРІЙ
МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ. МІСТОБУДІВНІ
МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ
МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА**

Навчальний посібник

Редактування *A.O. Бакієвої*

Коректура *O.B. Карпенко*

Комп'ютерне верстання *T.I. Кукаревої*

Підписано до друку 2014. Формат 60 × 84 1/16

Ум. друк. арк. 12,55. Обл.-вид. арк. 13,5.

Тираж прим. Вид. № 28/I-13. Зам. №

Видавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

E-mail: red-isdat@ukr.net, тел. (044)241-54-22, 241-54-87

Свідоцтво про внесення до Державного реестру суб'єктів

Видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.