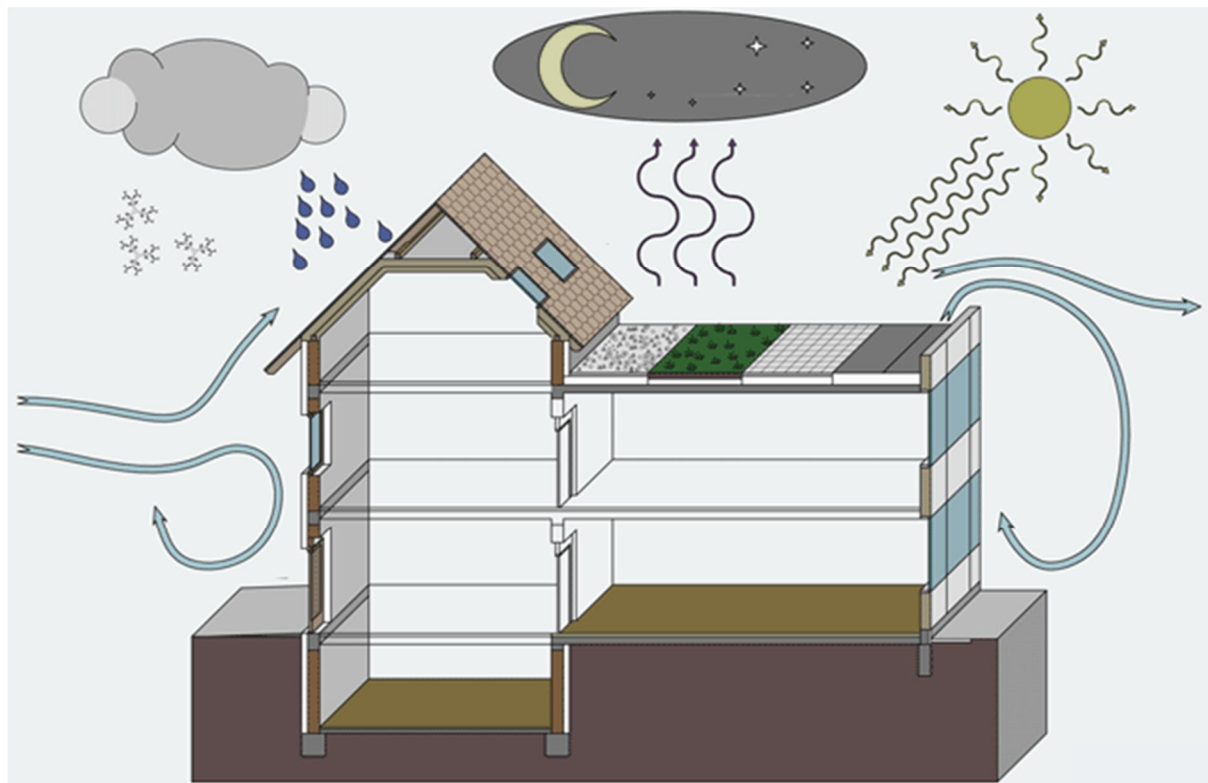


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА



**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

**до організації самостійної роботи, проведення практичних занять та виконання розрахунково-графічних робіт**

**з навчальної дисципліни**

**«БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА»**

*(для студентів денної форми навчання за спеціальністю  
191 – Архітектура та містобудування)*

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, проведення практичних занять та виконання розрахунково-графічних робіт з навчальної дисципліни «Будівельна фізика» (для студентів денної форми навчання за спеціальністю 191 – Архітектура та містобудування) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. Т. М. Апатенко ; – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 65 с.

Укладач Т. М. Апатенко.

Рецензент: **Т.В. Жидкова**, кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою міського будівництва, протокол № 1 від 1 вересня 2018 р.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<b>1 РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА.....</b>	<b>4</b>
1.1 Вихідні дані.....	5
1.2 Інженерно-кліматичні розрахунки.....	5
1.2.1 Сонячна радіація.....	5
1.2.2 Температурний режим території.....	7
1.2.3 Вологість повітря і опади.....	7
1.2.4 Вітровий режим території.....	8
1.3 Аналіз клімату району будівництва.....	8
1.3.1 Визначення типів погоди й режимів експлуатації житла.....	9
1.3.2 Радіаційний режим.....	9
1.3.3 Вітровий режим території.....	9
1.4 Архітектурний аналіз мікроклімату.....	10
1.4.1 Аналіз території місцевості за ухилами.....	11
1.5 Комплексний аналіз території.....	12
<b>2 ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ.....</b>	<b>13</b>
Т е м а 1 ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ.....	15
Практичне завдання № 1 Світлотехнічний розрахунок.....	15
Практичне завдання № 2 Визначення коефіцієнту природного освітлення.....	17
Т е м а 2 ІНСОЛЯЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЗАБУДОВИ.....	22
Практичне завдання № 3 Побудова добового конверту тіней.....	23
Т е м а 3 АКУСТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ ЗАЛІВ.....	27
Практичне завдання № 4 Розрахунок параметрів залу для глядачів.....	27
Практичне завдання № 5 Побудова відбитих звукових променів.....	
від плоских, а також від угнутих й опуклих поверхонь.....	33
Практичне завдання № 6 Розрахунок часу реверберації.....	34
Практичне завдання № 7 Артикуляція мови.....	38
<b>3 САМОСТІЙНА РОБОТА.....</b>	<b>41</b>
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	42
ДОДАТОК А (таблиці для розділу «Кліматологія»).....	43
ДОДАТОК Б (для розділу «Світлотехніка»).....	49
ДОДАТОК В (таблиці та рисунки для розділу «Світлотехніка»).....	51
ДОДАТОК Г (таблиці та схеми для розділу «Світлотехніка. Інсоляція територій»).....	57
ДОДАТОК Д (завдання для розділу Акустика).....	62

## ВСТУП

Метою цих методичних рекомендацій є допомогти студентам під час виконання розрахунково-графічної роботи, практичних завдань та самостійної роботи з дисципліни «Будівельна фізика» згідно з навчальним планом.

У методичних рекомендаціях у стислій формі викладено у стислій формі послідовність розрахунково-графічної роботи, наведений кліматичний паспорт міста й рекомендації щодо оформлення графічної частини розрахунково-графічної роботи. Також викладено порядок та приклади щодо виконання практичних завдань і завдань до самостійної роботи сприяє розтлумачено формули для необхідних розрахунків, а також рекомендації щодо оформлення графічної частини завдань.

## 1 РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

**Мета та основні завдання розрахунково-графічної роботи (далі – РГР)**

У методичних рекомендаціях представлено порядок щодо виконання розрахунково-графічної роботи та закріплення знань що одержали студенти при вивченні розділу «Кліматологія» на лекціях та практичних заняттях. При розробці РГР студенти набувають практичних навичок урахування природно-кліматичних факторів, при формуванні архітектурно-планувальних рішень містобудівельних просторів, забудови, будинків та споруд.

### **Склад курсової роботи**

Курсова робота складається з двох основних частин:

А. Кліматичний паспорт, який в свою чергу містить:

- а) завдання на проектування;
- б) вихідні дані;
- в) інженерно-кліматичні розрахунки;
- г) аналіз клімату району будівництва;
- д) архітектурний аналіз мікроклімату;
- е) висновки.

Б. Графічна частина, яка складається з двох аркушів формату А – 3:

- а) перший аркуш – «Попередній аналіз території»;
- б) другий аркуш – «Експозиція схилів за сторонами горизонту та вітровий режим території»;
- в) третій аркуш – «Комплексний аналіз території за сукупністю факторів».



## 1.1 Вихідні дані

У цьому розділі наводять основні дані щодо району будівництва і загальні показники клімату, які необхідні для складання будівельно-кліматичного паспорту міста, що зазначене в завданні на проектування. Основний обсяг даних для областей України зібраний у ДСТУ у вигляді карт і таблиць.

## 1.2 Інженерно-кліматичні розрахунки

Інженерно-кліматичні розрахунки враховують основні фактори природно-кліматичного комплексу: радіаційний режим території (основні показники сонячної радіації); температурний режим території; вологість повітря та опади; вітровий режим території.

### 1.2.1 Сонячна радіація

У цьому підрозділі виписують табличні дані щодо сумарної сонячної радіації на горизонтальну й вертикальні поверхні різної орієнтації в річній ході в найбільш жаркий місяць. Зібрані дані щодо находження радіації подають у вигляді графіків (рис. 1–3)

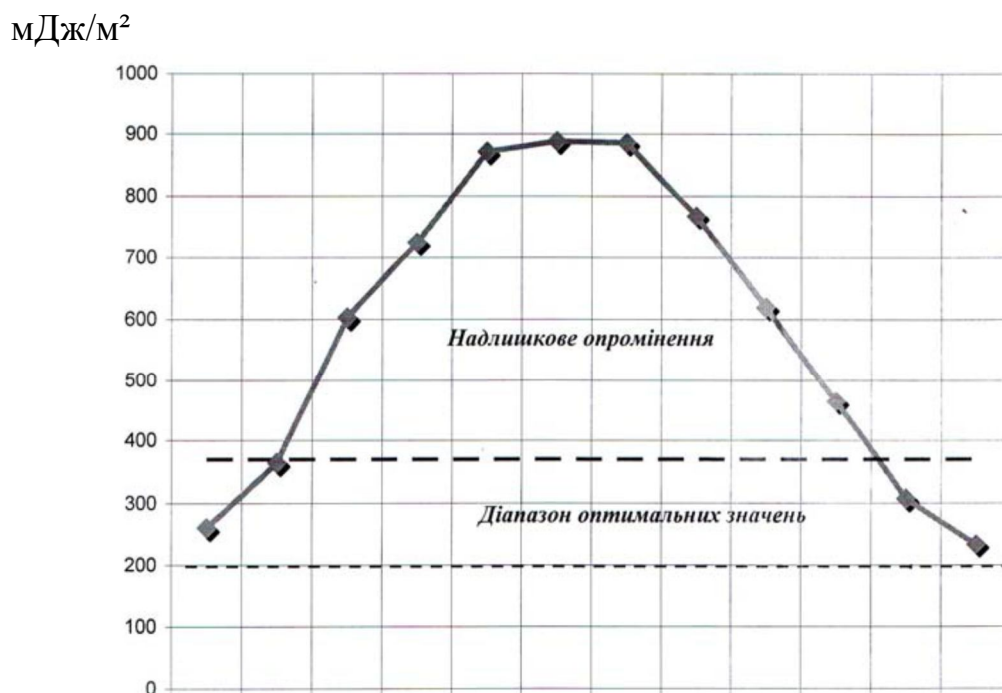


Рисунок 1 – Прихід сонячної радіації на горизонтальну поверхню при безхмарному небі

Позначити періоди надлишкової та недостатньої кількості опромінення.

У липні (найбільш жаркий місяць) визначають сумарну добову кількість радіаційного тепла, максимальну й середньодобову радіацію на горизонтальну й вертикальні поверхні різної орієнтації.

МДж/ м<sup>2</sup>

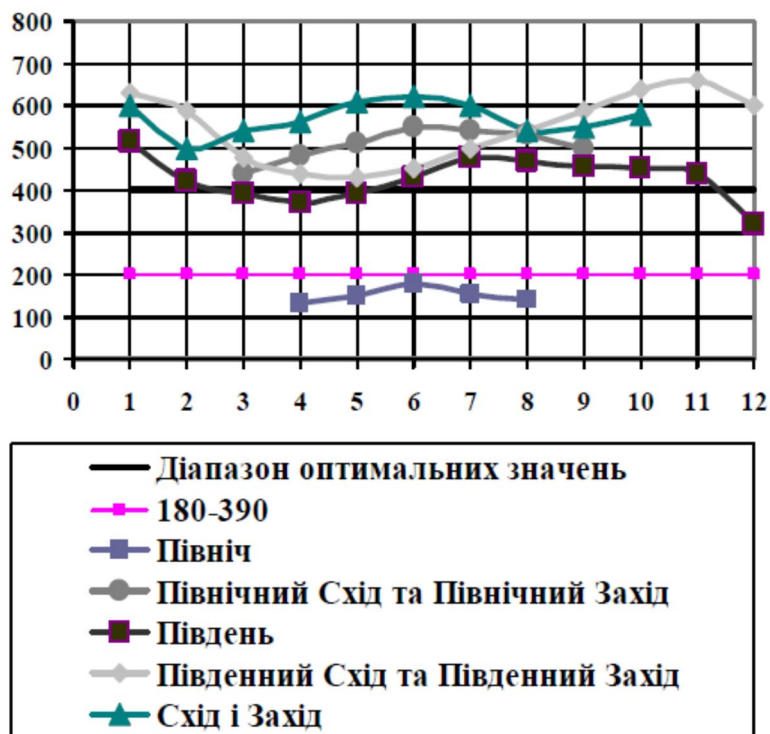


Рисунок 2 – Прихід сонячної радіації на вертикальні поверхні при безхмарному небі

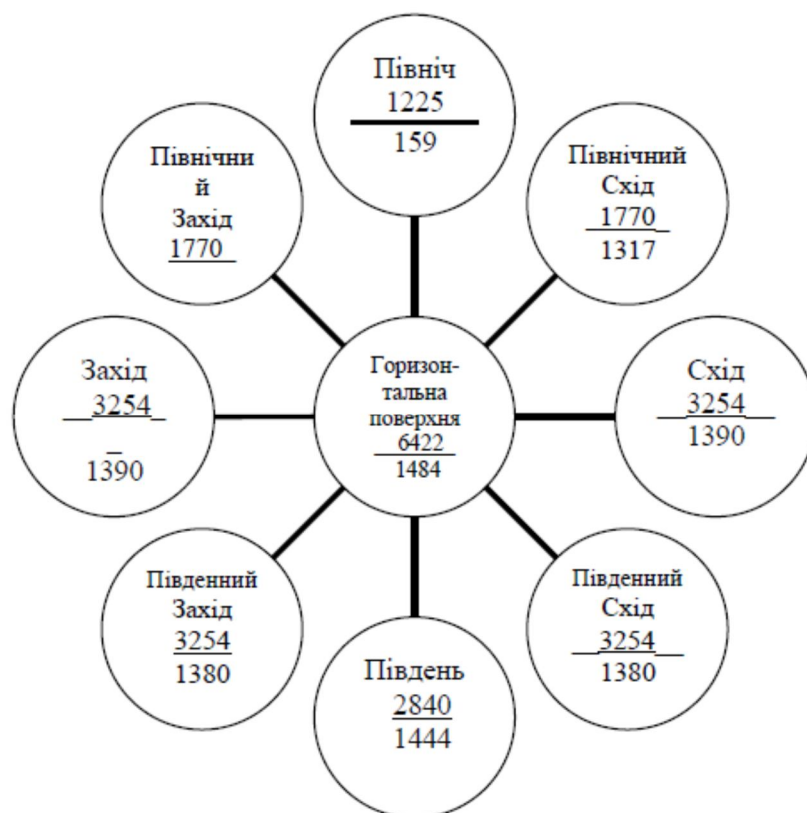


Рисунок 3 – Сума за добу прямої й розсіяної радіації на горизонтальну й вертикальні поверхні різної орієнтації в липні при ясному небі

### 1.2.2 Температурний режим території

У цьому підрозділі виписують табличні дані щодо температурних показників, які попередньо мають бути зібрані до таблиці. Зібрані дані температурних показників подають у вигляді графіка (рис. 4). Графік будують на основі наступних показників: середньомісячної температури, абсолютного мінімуму і абсолютного максимуму температури, середньої температури найбільш жаркого і найбільш холодного місяця, температури найбільш холодної п'ятиденки і доби. Також у нижній частині графіка приводять тривалість і температуру опалювального періоду.

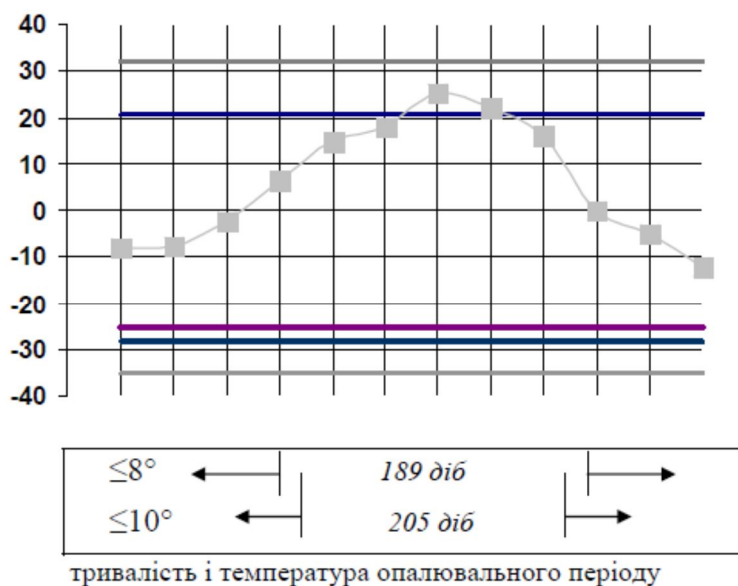


Рисунок 4 – Температурні характеристики

### 1.2.3 Вологість повітря і опади

У цьому підрозділі виписують табличні дані щодо відносної (позначка діапазону оптимальних значень 70 – 50 %) і абсолютної вологості повітря, а також помісячну кількість опадів. Всі дані попередньо мають бути зібрані до таблиці, їх також подають у вигляді графіків (рис. 5 – 7).

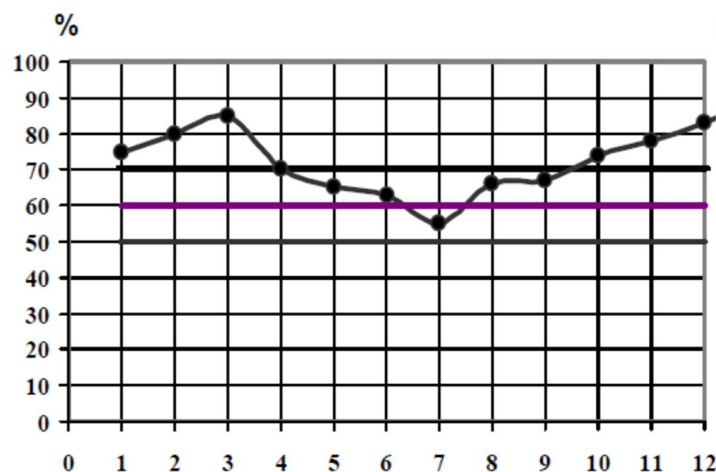


Рисунок 5 – Характеристика вологості (відносна вологість)

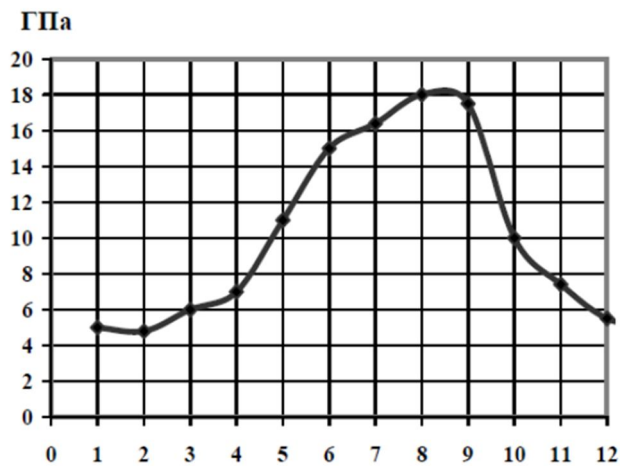


Рисунок 6 – Характеристика вологості (абсолютна вологість)

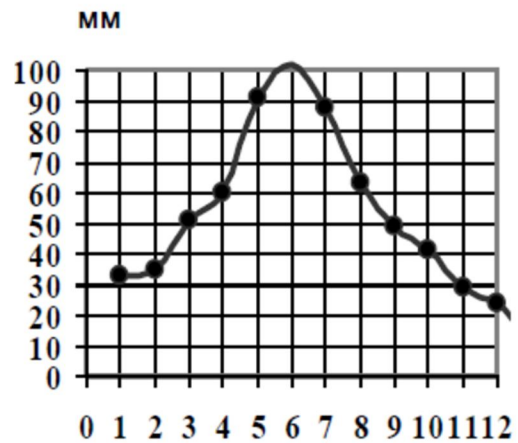


Рисунок 7 – Характеристика опадів

### 1.2.4 Вітровий режим території

У цьому підрозділі вписують дані з таблиць довідника основних характеристик вітру. Дані повторюваності вітру зображають у вигляді графічної діаграми – рози вітрів (рис. 8). У відсотках зазначена шкала повторюваності вітру й кількості штилів (у центрі).

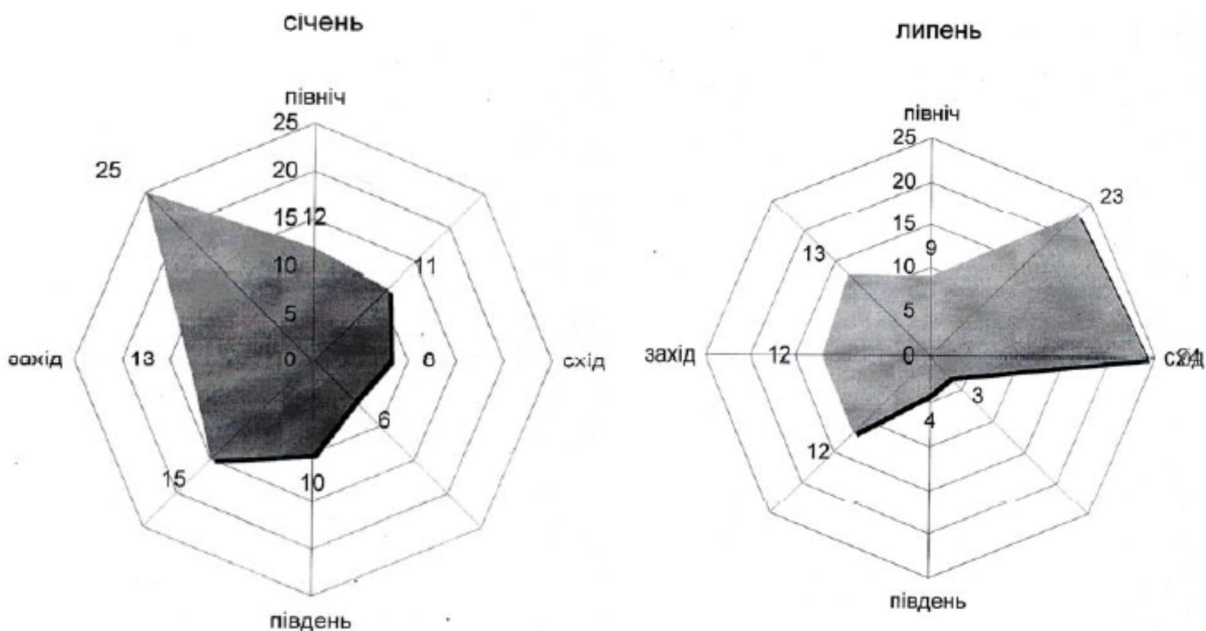


Рисунок 8 – Роза вітрів за повторюваністю

### 1.3 Аналіз клімату району будівництва

В цій частині кліматичного паспорту міста передбачена характеристика кліматичних умов району будівництва, а також вибір архітектурно-планувальних рішень містобудівельних утворень та розробка комфортного архітектурного середовища, особливо житлових будинків з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог до цих утворень.

### **1.3.1 Визначення типів погоди й режимів експлуатації житла**

Типи погоди визначають на основі наступних елементів клімату: температура (середньомісячна); вологості повітря та вітру (середня швидкість вітру в теплий та холодний періоди). Означені дані зводять до таблиць, на їх основі визначають тип погоди (дод. А табл. А.1). Слід зазначити, що в теплий період основними показниками для визначення типу погоди є температура повітря й відносна вологість, а в холодний період - температура повітря й швидкість вітру.

За даними таблиці визначають тривалість того чи іншого типу погоди (кількість місяців на рік). За сукупністю погодних умов визначають тип біокліматичної зони (дод. А табл. А.3) та встановлюють необхідність застосування загальних містобудівельних вимог.

Коротка характеристика режиму експлуатації житла в даному місці за основними типами погоди в холодний і теплий періоди, а також короткі рекомендації з містобудівельних вимог (дод. А табл. А.2) наводять в текстовій частині кліматичного паспорту.

### **1.3.2 Радіаційний режим**

Розрізняють світловий, тепловий і бактерицидний вплив на людину, сприятливий або небажаний залежно від тривалості та інтенсивності сонячної радіації. Урахування показників радіації в процесі проектування дозволяє створити умови для сприятливого і уникнути небажаного ефекту відповідними прийомами забудови, орієнтацією будинків (приміщень) щодо сторін горизонту, товщиною стін, розмірами світло прорізів, улаштуванням виступаючих елементів будинку (карнизів, козирків), веранд, лоджій, сонцезахисних пристроїв тощо.

### **1.3.3 Вітровий режим території**

Метою містобудування є урахування вітрових умов на основі комплексної карти районування території України.

Близько 50 % усієї території України відноситься до порізаного, гірського рельєфу та рельєфу переважно з пагорбами. У цьому випадку врахування тільки фонові характеристики вітрового режиму недостатньо: необхідно визначити конкретні мікрокліматичні особливості вітрового режиму на визначених ділянках території будівництва з урахуванням даних умов рельєфу місцевості (рис. 9).

Рельєф місцевості викликає зміну повітряних течій, які панують над окремими рівними ділянками території. Повітряний потік під впливом рельєфу може поширюватися або звужуватися, що викликає зменшення швидкості в першому випадку та збільшення його у другому. Карти вітрового режиму території, яку проектують, мусять складатися на гіпсометричній основі в



масштабі 1:10000 або 1:5000. При цьому враховують наступні морфологічні характеристики території, яку проектують:

- належність тальвегів і водорозділів;
- кути нахилу місцевості і розділ території, яку аналізують на
- ділянки різної градації;
- орієнтацію схилів відносно переважного напрямку вітру (навітряні, підвітряні, паралельні і під кутом  $45^\circ$  до напрямку вітру);
- підрозділ схилів на три частини – верхню, середню й нижню част;
- донні частини долин, котловин, яруг, які продуваються або не продуваються вітром;
- плоскі вершини пагорбів;
- довжину ліній стоку повітря на гірському рельєфі.

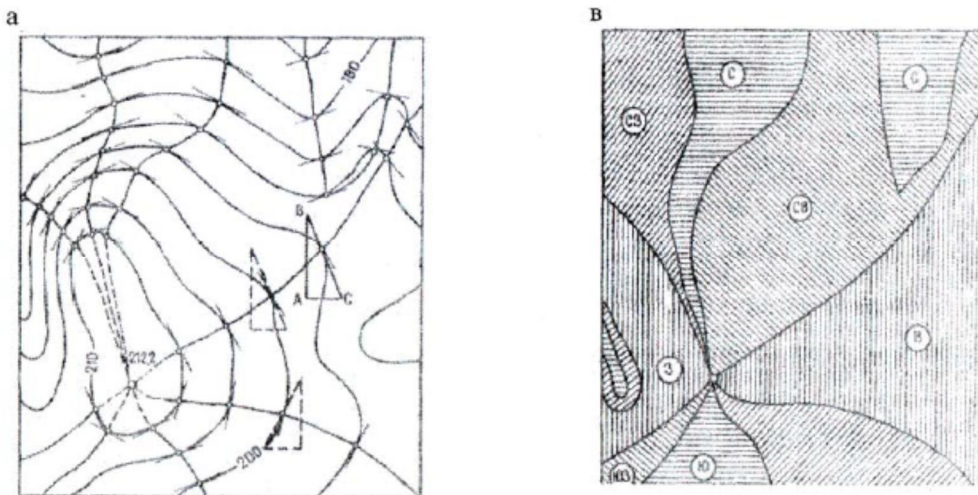


Рисунок 9 – Порядок побудови водорозділів пагорбів

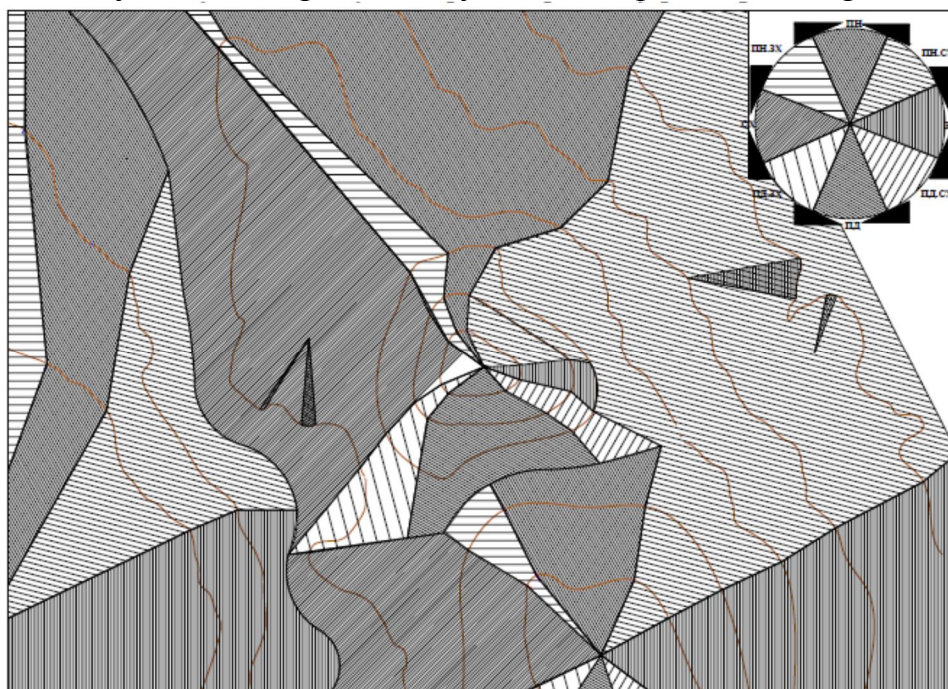


Рисунок 10 – Експозиція схилів за сторонами горизонту

Під час складання карти вітрового режиму за основу приймають дві схеми, які були виконані раніше – аналізу розподілу схилів за експозиціями і аналізу кутів нахилу окремих ділянок території (рис. 10). Для одержання карти вітрового режиму (аерації) місцевості суміщають схеми експозиції схилів з кутами нахилу рельєфу (рис. 9), виділяючи при цьому межі експозиції схилів за румбами та межі переходу ухилів ( $1^\circ - 3^\circ$ ,  $3^\circ - 10^\circ$ ), відповідно до градацій, які приймають згідно з таблицями.

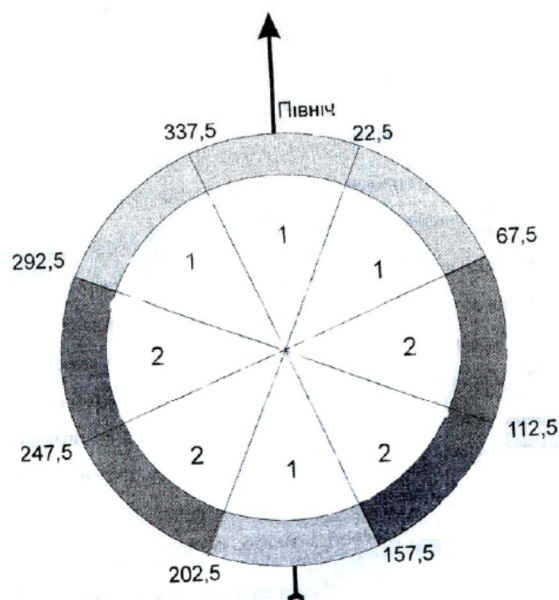


Рисунок 11 – Оцінка вітрового режиму території

Характеристика вітрового режиму території, яку аналізують представлена розами вітрів для найбільш холодного (січень) і найбільш жаркого (липень) місяців року (рис. 11). При цьому, в першу чергу, необхідно враховувати найбільш несприятливі сполучення швидкості і повторюваності вітру одного напрямку, що характерні для найбільш дискомфортного періоду року (в більшості районів нашої країни таким є зимовий період).

## 1. 4 Архітектурний аналіз мікроклімату

### 1.4.1 Аналіз території місцевості за ухилами

Рельєф місцевості відображують на картах і планах горизонталями, які є проекціями на горизонтальну площину перетину поверхні горизонтальними площинами. Кожна горизонталь є місцем розташування точок одного рівня над прийнятим горизонтом (рівнем моря).

Плани в горизонталях служать підосною для проектування панування і забудови міст, а також для розв'язання багатьох інженерних задач.

Відповідність зображеного на плані рельєфу справжньому стану, визначають масштабом планів та перерізу рельєфу, тобто відстань за вертикаллю поміж суміжними горизонталями.

За загальною характеристикою рельєфу та встановленні попередніх напрямлень під час підготовки територій, здійснюють генералізацію рельєфу, тобто - виключення окремих дрібних форм – невеликих височин, западин, відхилень крутизни загального схилу тощо – тих, що не мають принципового значення в загальній оцінці рельєфу території та при виборі вирішення панування і забудови. Але генералізація рельєфу допустима, якщо вона не перекручує основних форм рельєфу.

До характеристики природного рельєфу місцевості мають відношення:

а) крутизна схилів або ухил, що визначаються в градусах або процентах ухилу в направленні, яке є нормальним до горизонталі;

б) направлення схилів за сторонами світу з пониженням до річки, тальвегу, долини;

в) присутність і розташування тальвегів і водо розділів у межах дослідницької території.

Крутизну схилу на окремих ділянках характеризує ухил поверхні, який визначають відношенням відстані поміж сусідніми горизонталями за висотою (крок горизонталей) до горизонтальної проекції відстані поміж цими горизонталями (закладення).

Аналіз рельєфу здійснюють шляхом його вивчення за планом місцевості на ділянці згідно зі ступенем крутизни схилів, с градацією різного порядку.

### 1.5 Комплексний аналіз території

Комплексний аналіз території здійснюють на основі попередніх досліджень: аналіз рельєфу місцевості, аналіз радіаційного та вітрового режиму території. Результати досліджень потрібно занести до відповідних таблиць та схеми (рис. 12), а також позначити на графічній схемі (план місцевості).

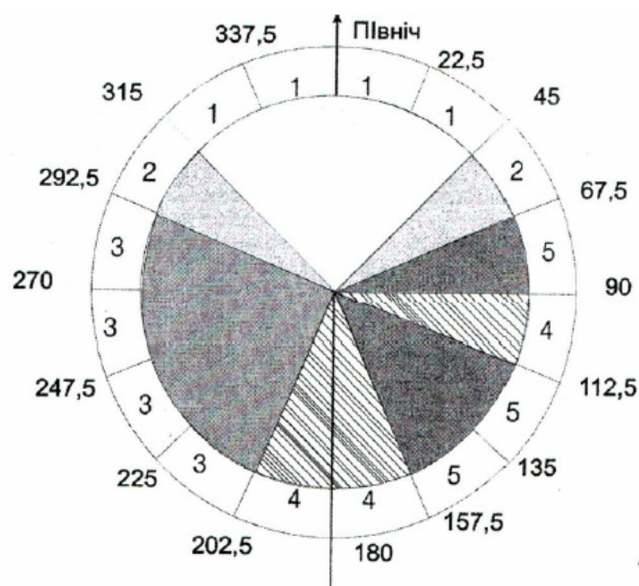


Рисунок 12 – Діаграма комплексної оцінки території



Комплексний аналіз території здійснюють за допомогою даних (дод. А таблиці А.1 – А.7 ). У цьому розділі також проводять установлення місцевого клімату з метою встановлення засобів щодо створення комфортних умов проживання та під час моделювання містобудівельного середовища, відповідно до вимог, які зазначені в додатках.

## **2 ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ**

Виконання практичних завдань та завдань до самостійної роботи сприяє закріпленню знань, одержаних студентами при вивченні курсу на лекціях та практичних заняттях. При розробці практичних завдань та завдань до самостійної роботи студенти одержують практичні навички урахування інсоляційних та акустичних факторів, що впливають на архітектурні рішення містобудівельних просторів, забудови та будинків й споруд.

### **Теми практичних занять**

#### **Модуль 1 Будівельна фізика**

##### **Змістовий модуль 1 Кліматологія. Теплофізика**

Практичні завдання відповідно виконанню РГЗ

##### **Змістовий модуль 2 Світлотехніка. Акустика**

Тема 1 Природне освітлення

Практичне завдання № 1 Світлотехнічний розрахунок

Практичне завдання № 2 Визначення коефіцієнту природного освітлення

Тема 2 Інсоляція приміщень та забудови

Практичне завдання № 3 Побудова добового конверту тіней

Тема 3 Акустичне проектування приміщень залів

Практичне завдання № 4 Розрахунок параметрів залу для глядачів

Практичне завдання №5 Побудова відбитих звукових променів від плоских, а також від угнутих й опуклих поверхонь

Практичне завдання №6 Розрахунок часу реверберації та артикуляції

Тема 10 Природне освітлення, його функції, види, системи, кількісні і якісні одиниці

Тема 12 Інсоляція та сонцезахист в архітектурі. Інсоляція будинків і територій.

Тема 15 Акустика закритих і відкритих просторів

## Т е м а 1 ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ

Природне освітлення створюється прямими променями сонця і розсіяним (дифузним) світлом небосхилу. Оптимальний світловий режим у приміщеннях створює найкращі умови освітлення робочого місця, або об'єкту, що сприймається людиною при спостереженні.

**Оптимальний світловий режим** досягається наступним шляхом:

- а) правильного обліку світлового клімату географічного місця (де передбачається будівництво проєктованого об'єкту);
- б) правильного вибору розмірів, форми і колірної обробки приміщення,
- в) розташування світлопрорізів;
- г) правильного розміщення і вибору потужності штучних джерел світла.

Найважливішим показником природного освітлення є рівень освітленості і яскравість освітлення.

Необхідний рівень освітленості в робочих приміщеннях визначається в основному характером і точністю зорової роботи. У приміщеннях громадського призначення рівень освітленості визначається в основному естетичними і психологічними вимогами.

**Якість природного освітлення** залежить від таких показників освітленості:

- 1) розподіл яскравості в просторі, що оточує людину;
- 2) нерівномірність освітлення;
- 3) напрямок і властивості світла по створенню тіней;
- 4) спектральний склад світла.

Ці показники світлового мікросередовища в приміщеннях мають вирішальне значення як при **оцінці умов зорової роботи** на робочих місцях, так і під час сприйняття інтер'єру.

При проєктуванні будинку архітектор вибирає систему природного освітлення. Тип, форму вікон, ліхтарів, їхню конструкцію, обробку приміщення. На основі цих вихідних даних визначаються розміри вікон і ліхтарів, що забезпечують **нормовані значення к.п.о.:** середнє – при верхньому освітленні і мінімальне – при бічному.

Далі розрахунок природного освітлення зводиться до наступного:

Визначення значень к.п.о. у ряді точок, що знаходяться на робочій поверхні за допомогою: характерних розрізів приміщення; побудови кривих, що характеризують розподіл світла в приміщенні.

Для виконання практичних завдань № 1–2 необхідно використовувати додаток Б (таблиці Б.1 – вихідні дані до виконання практичного завдання та таблиці Б.2 – Б.7.

## **Практичне завдання № 1 Світлотехнічний розрахунок**

### **Підрозділ приміщень за завданнями зорової роботи**

Група I – приміщення, в яких відбувається розпізнання об'єктів зорової роботи при фіксуванні на прямую лінію зору працюючих на робочу поверхню (виробничі приміщення промислових підприємств, робочі кабінети, конструкторські бюро, кабінети лікарів і операційні лікарських закладів, класні кімнати, аудиторії, лабораторії, читальні зали тощо);

Група II – приміщення, в яких відбувається розпізнання об'єктів зорової роботи при нефіксованій лінії зору та огляду оточуючого середовища (торгівельні зали магазинів, зали кафе, виставкові зали, картинні галереї, приміщення для тривалого перебування дітей, крім групових в дитячих садках, виробничі приміщення, в яких проводиться тільки нагляд за роботою технологічного обладнання тощо);

Група III – приміщення, в яких відбувається огляд оточуючого простору при дуже короткочасному, епізодичному розпізнанні об'єктів (концертні зали, зали для глядачів й фойє театрів, клубів, кінотеатрів, кімнати очікування, рекреації, актові зали, вестибулі, гардеробні громадських будівель тощо);

Група VI – приміщення, в яких відбувається загальна орієнтування в просторі інтер'єру (проходи, коридори, гардеробні промислових будівель, приміщення для складання будь-якого інвентарю, закриті автостоянки тощо).

### **Терміни**

*Робоча поверхня* – поверхня, на якій відбувається робота й на якій нормується або вимірюється освітленість.

*Умовна робоча поверхня* – умовно прийнята горизонтальна поверхня, яка розташована на висоті 0,8 м від підлоги.

*Коефіцієнт запасу  $K_3$*  – розрахунковий коефіцієнт, який ураховує зниження КПО й освітленості в процесі експлуатації внаслідок забруднення та старіння світлопрозорих заповнень світлопрорізів, джерел світла та світильників, а також зниження віддзеркалених властивостей поверхонь приміщень.

*Характерний розріз приміщення* – поперечний розріз посередині приміщення, площина якого перпендикулярна до площини скління світлопрорізів (при бічному освітленні) або до повздовжньої вісі прольотів приміщення. До *характерного розрізу* приміщення повинні входити ділянки з найбільшою кількістю робочих місць, а також точки робочої зони, найбільш віддалені від світлових прорізів (рис.13).

## Світлотехнічний розрахунок розмірів віконних прорізів

студент \_\_\_\_\_ група, \_\_\_\_\_

ППП

№ групи, шифр спеціальності

Необхідно розрахувати площину світлового прорізу (вікна) на зовнішній стіні \_\_\_\_\_

(назва приміщення, його призначення, параметри)

Розрахунок необхідно виконувати згідно з формулою (1), при бічному освітленні приміщення площа світлового прорізу  $S_e$  визначається з формули:

$$S_e = \frac{e_n}{100m} \cdot \frac{K_3 \eta_o K_{\text{бюд}}}{\tau_0 r_1} \cdot S_n, \quad (1)$$

де  $S_e$  – площа світлових прорізів (в світлі) при боковому освітленні, м<sup>2</sup>;

$S_n$  – площа підлоги приміщення, м<sup>2</sup>;

$e_n$  – нормоване значення КЕО (згідно завданню) %;

$m$  – коефіцієнт світлового клімату світлопрорізу, який визначається відповідно додатку В таблиці В.1

$K_3$  – коефіцієнт запасу 2 (згідно з ДБН В.2.5-28-2006);

$\eta_o$  – світлова характеристика вікон, що визначається, відповідно додатку В таблиці В.2;

$K_6$  – коефіцієнт, який ураховує затінення вікон від протилежних будівель, що визначається за додатком В таблицею В.3;

$\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопропускання, що визначається за формулою (2):

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (2)$$

де  $\tau_1$  – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається за додатком В таблицею В.4;

$\tau_2$  – коефіцієнт, що ураховує збитки світла в рамах світлопрорізів, який визначається за формулою 3:

$$\tau_2 = \frac{S_b - S_p}{S_e}, \quad (3)$$

де  $S_e$  – площа світлових прорізів (в світлі) при боковому освітленні, м<sup>2</sup>;

$S_p$  – площа частини світлопрорізу що затінюється рамою, м<sup>2</sup>;

*Примітка:*  $\tau_2$  приймається однаковими для металопластикових та дерев'яних вікон – 0,75.

$\tau_4$  – коефіцієнт, що ураховує збитки світла в сонцезахисних пристроях, який приймається за таблицею Б.6;

$\tau_3$  та  $\tau_5$  – використовується для верхнього освітлення промислових будівель;

$r_1$  – коефіцієнт, що ураховує підвищення КПО при бічному освітленні за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, та визначається відповідно таблиці В.6.

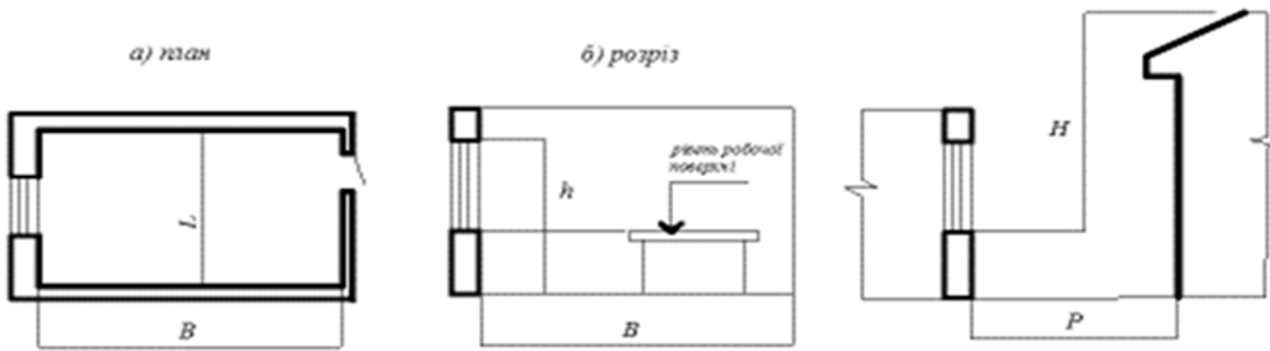


Рисунок 13 – Характерні розріз та план для світлотехнічного розрахунку

**Практичне завдання № 2 Визначення коефіцієнта природного освітлення**

Розрахунок КПО в розрахунковій точці від кожного світлопрорізу варто виконувати:

а) при боковому освітленні за формулою (4):

$$e_p^6 = \left( \sum_{i=1}^I \varepsilon_{н\delta_i} q_i m + \sum_{j=1}^J \varepsilon_{\delta_{y\delta_j}} R_j m_j \right) r_1 \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (4)$$

де  $\varepsilon_n$  та  $\varepsilon_{\delta_{y\delta}}$  – геометричні КПО в розрахунковій точці, що враховують відповідно пряме світло від і-ї ділянки неба та світло, відбите від j-го фасаду протилежних будинків, що визначаються за формулою (5);

$q_i$  – коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість і-ї ділянки хмарного неба МКО, визначається за формулою:

$$q_i = \frac{3}{7}(1 + 2 \sin \theta), \quad (5)$$

де  $\theta$  – кутова висота центра і-ї ділянки неба відносно розрахункової точки;

$R_j$  – коефіцієнт, що враховує відносну яскравість j-го протилежного будинку, який розраховується за формулою (1);

$m, m_j$  – коефіцієнти світлового клімату відповідно розрахункового світлопрорізу та j-го будинку, що визначаються за таблицею 1;

$I, J$  – відповідно кількість окремих розрахункових ділянок неба та фасадів протилежних будинків, які спостерігаються через світлопроріз із розрахункової точки;

$r_1, \tau_0, K_3$  – теж саме, що відповідає формулі (2) та практичному завданню № 1;

$N$  – кількість розрахункових точок по характерному розрізу приміщення.

Сумарне значення КПО від усіх світлопрорезів у кожній розрахунковій точці визначається за формулою 6:

$$e = e_1 + e_2 + \dots + e_K, \quad (6),$$

де  $K$  – кількість світлопрорізів у приміщенні.

$e_1; e_2; e_3; \dots e_N$  – значення КПО в точках характерного розрізу приміщення, що визначаються за формулою (6).

Розрахункове значення КПО  $e_p$  варто заокруглювати до десятих часток. Допускається відхилення розрахункового значення КПО  $e_p$  від нормованого КПО  $e_n$  на  $-5 \div 10\%$ .

Геометричні коефіцієнти в розрахунковій точці визначаються за допомогою графіків I і II (рис. В.1 і В.2) таким чином:

- якщо світлопроріз має довільну форму, то він попередньо замінюється максимально наближеним за пропорціями прямокутним світлопрорізом з двома сторонами, паралельними робочій площині, який має таку ж саму площу і центр ваги;

- якщо через світлопроріз спостерігаються об'єкти, які мають різну яскравість – ділянки неба, фасади сусідніх будинків, то світлопроріз розбивається на ділянки, в межах яких яскравість можна вважати однаковою.

При горизонтальній робочій поверхні і прямокутному світлопрорізі  $\square$  визначається в такому порядку (рис. 14).

а) графік I накладається на розріз приміщення таким чином, щоб полюс графіка  $O$  збігся з розрахунковою точкою  $A_2$ , а основа графіка – зі слідом робочої площини;

б) підраховується кількість  $n_1$  променів, що надходять у розрахункову точку через світлопроріз за графіком I;

в) через центр світлового прорізу – точку  $C$  проводиться горизонтальна площина, що перетинає застелення світлопрорізу по відрізьку  $MK$  і проектується на розрізі у точку  $C_2$ ;

г) визначається номер  $N_{n.k}$  півкола за графіком I, що проходить через точку  $C_2$  (радіус цього півкола дорівнює відстані  $p = A_2C_2$ );

д) графік II накладається на план приміщення таким чином, щоб горизонталь з номером  $N_{n.k}$  збіглася з прямою  $M_1K_1$ , а його вертикаль (ось симетрії) пройшла через точку  $A_1$  (при цьому  $OC_1 = p$ , а полюс графіка  $O$  зазвичай не збігається з точкою  $A_1$ );

е) підраховується кількість  $n_2$  променів, що надходять у приміщення через світлопроріз за графіком II (це промені, що перетинають відрізок  $M_1K_1$ );

є) за формулою (7) визначається геометричний коефіцієнт природної освітленості від світлопрорізу:

$$\varepsilon = 0,01 \cdot n_1 n_2 \quad (7)$$

Коефіцієнт  $R$ , що враховує відносну яскравість фасаду протилежного будинку, визначається за формулою (8):

$$R = (0,396 - 0,01 \cdot \varepsilon_{np} q) \rho_{\phi}, \quad (8)$$

де  $\varepsilon_{np}$  – геометричний КПО центра ваги ділянки фасаду протилежного будинку, яка спостерігається з розрахункової точки через світлопроріз, від частини неба, що затінюється будинком, в якому розраховується освітленість;

$q$  – відносна яскравість частини неба, від якої розраховується  $\varepsilon_{np}$ ;

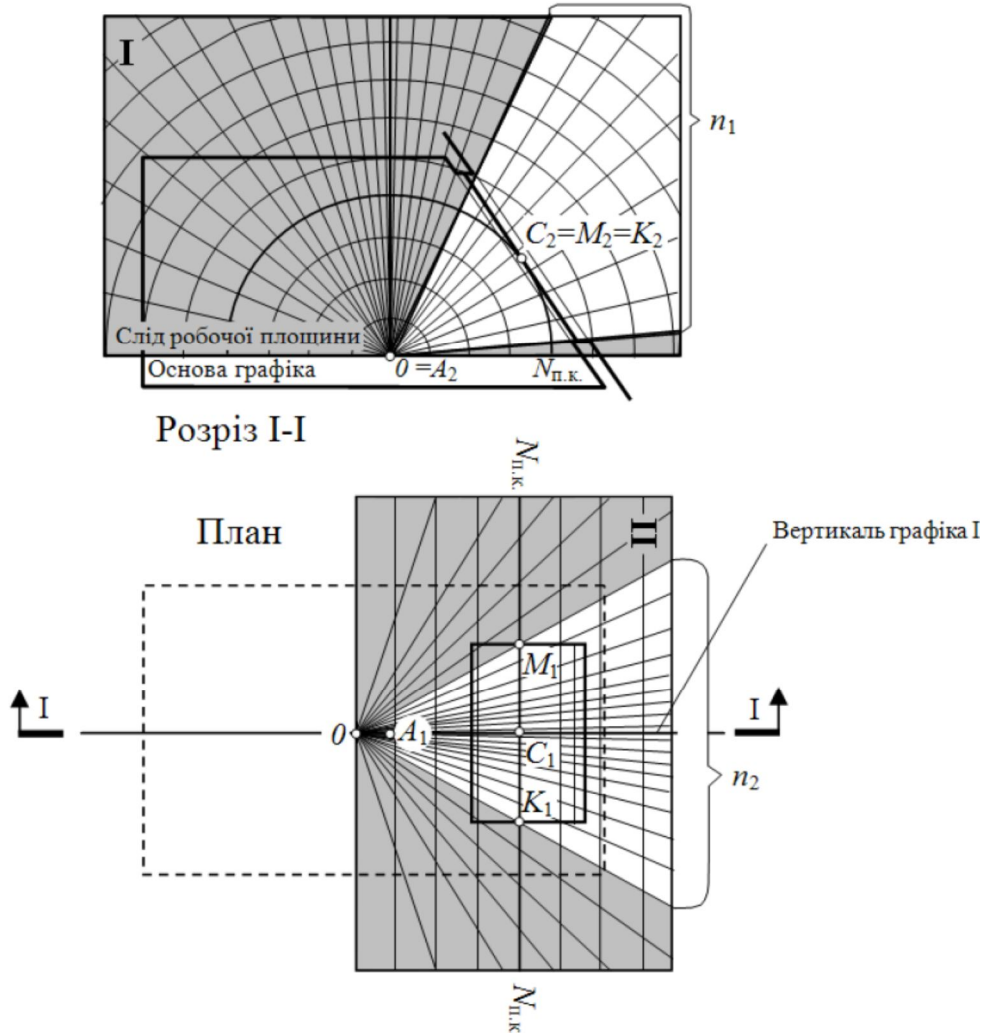


Рисунок 14 – Визначення кількості променів  $n_1$  і  $n_2$ , що проходять через світлопроріз за графіками I і II А. М. Данилюка (дод. В рис. В.1, В.2 ) при горизонтальній робочій площині

$\rho_\phi$  – середньозважений коефіцієнт відбивання ділянки фасаду протилежного будинку, видимої з розрахункової точки, що визначається за формулою (9);

$$\rho_\phi = \frac{\rho_M \cdot S_M + \rho_B \cdot S_B}{S_M + S_B}, \quad (9)$$

де  $\rho_M$  – коефіцієнт відбивання матеріалу обробки фасаду і коефіцієнт відбивання засклених прорізів фасаду з урахуванням рам відповідно таблиці 1;

$\rho_B$  – коефіцієнт відбивання зашкленних прорізів фасаду з урахуванням рам

Середньозважений коефіцієнт відбивання зашкленних прорізів фасаду  $\rho_v$  з урахуванням рами в розрахунках приймається 0,2.

$S_M, S_B$  – площа фасаду без світлових прорізів і площа світлових прорізів відповідно.

**Таблиця 1–Значення коефіцієнтів відбивання матеріалу обробки фасаду  $\rho_M$**

Матеріали поверхні або колір фасаду	Середньозважений коефіцієнт відбивання матеріалу поверхні
<b>Білий:</b> атмосферні фарби, гіпс, керамічна плитка, матовий алюміній, нержавіюча сталь тощо	0,7
<b>Світлий:</b> фарби, мармур, білий камінь (вапняк, доломіт, пісчаник), бетон і декоративні штукатурки на білому цементі та світлих наповнювачах, керамічні плитки, силікатна цегла, латунь матова, травертин, черепашник тощо	0,6
Середньо-світлий: фарби, білий камінь (туф, пісчаник, вапняк), бетон, кольорові штукатурки, керамічна цегла, блоки, плитка, дерево (дошки) тощо	0,5
<b>Темний:</b> фарби, мармур, граніт, глиняна цегла, декоративні штукатурки і керамічні плитки, потемніле дерево, мідь, листя дерев тощо	0,3
<b>Чорний:</b> фарби, камінь (габро, лабрадорит, діорит, базальт, граніт), чавун, платинова бронза, декоративні штукатурки, листя дерев тощо	0,15

Геометричний КПО  $\varepsilon_{np}$  визначається наступним чином (рис. 15):

а) з розрахункової точки А видимий контур світлопрорізу проектується на площину фасаду протилежної будівлі;

б) визначається центр ваги  $C_1$  отриманої проекції;

в) графік І накладається на генплан забудови таким чином, щоб полюс графіка О збігся з точкою  $C_1$ , а основа графіка – зі слідом фасаду будинку, що затінює;

г) підраховується кількість променів, що надходять за графіком І у точку  $C_1$  від фасаду будинку, в якому розраховується освітленість;

д) визначається центр ваги  $C_2$  ділянки будинку, в якому розраховується освітленість, розташованої вище точки  $C_1$ ;

е) визначається номер  $N_{п.к}$  півкола за графіком І, що проходить через точку  $C_2$ ;

є) через точки  $C_1$  і  $C_2$  проводиться вертикальна січна площина І-І і будується умовний розріз цією площиною;



ж) графік II накладається на розріз I-I таким чином, щоб полюс графіка збігся з точкою  $C_1$ , а горизонталь з номером  $N_{п.к}$  збіглася із слідом фасаду будинку, в якому розраховується освітленість;

з) підраховується кількість променів, які надходять у точку  $C_1$  від затіненої частини неба за графіком II;

к)  $\varepsilon_{np}$  визначається за формулою (10):

$$\varepsilon = 0,01 \cdot n_1'' n_2'' \quad (10)$$

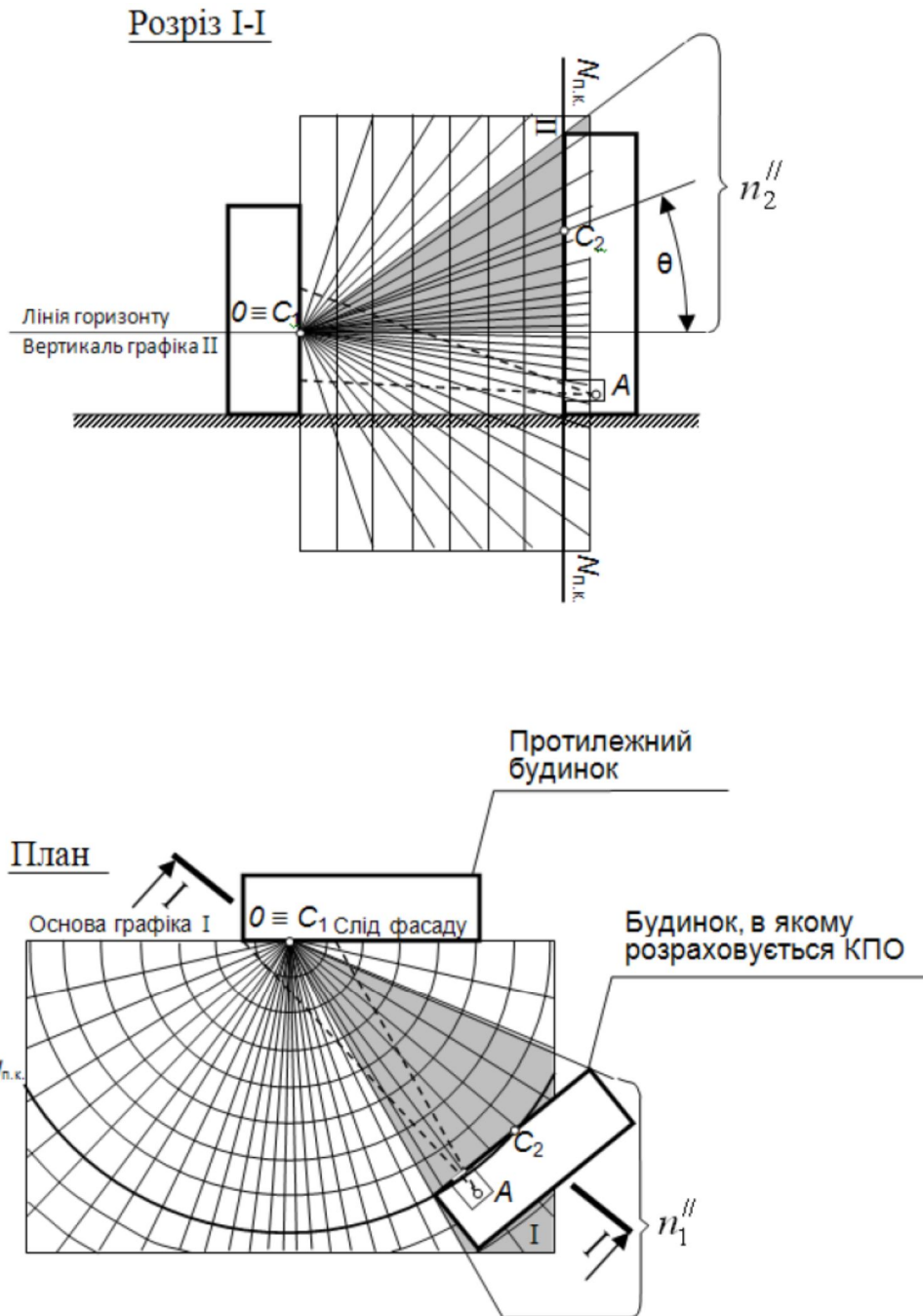


Рисунок 15 – Визначення кількості променів  $n_1''$  і  $n_2''$  для розрахунку відносної яскравості протилежного будинку

## Т е м а 2 ІНСОЛЯЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ ТА ЗАБУДОВИ

Інсоляція – пряме сонячне опромінювання приміщень і території. Урахування показників інсоляції в процесі проектування дозволяє створити умови для сприятливого і уникнути небажаного ефекту відповідними прийомами забудови: орієнтацією будинків (приміщень) за сторонами горизонту, товщиною стін, розмірами світлопрорізів, влаштування веранд, лоджій, сонцезахисту тощо.

**Мета завдання:** опанувати методику виконання інсоляційних розрахунків щодо задоволення санітарно-гігієнічних умов стосовно інсоляції житлових та громадських будівель та територій, а також захист приміщень від небажаного проникання прямого сонячного випромінювання.

Вплив інсоляції на архітектурні об'єкти може бути як негативний, так й позитивним в залежності від інтенсивності, протягу часу дії, та від належності самого об'єкту. Тому слід у деяких ситуаціях забезпечувати дію інсоляції достатньо тривалий час, у інших – забезпечувати сонцезахисні засоби.

### **Основні завдання інсоляційних розрахунків:**

- визначення протягу часу дії інсоляції (або затінення) об'єкта;
- визначення форми, розмірів та площини об'єкту, якій інсолується (або затінення об'єкта);
- розрахунок сонцезахисних пристроїв.

Для рішення цих задач необхідно мати данні, які відповідають взаємному розташуванню у просторі Сонця та точки на земної поверхні, яка має бути розглядатися, та на яку спадають сонячні промені (координати сонця).

### **Теоретичні передумови**

Положення Сонця на небосхилі відносно будь-якої точки, яка знаходиться на поверхні землі, з архітектурно-будівельною метою прийнято визначати у горизонтальній системі координат (рис. 16). Головні площини системи: площина горизонту у заданій точки земної поверхні; вертикальна площина головного меридіану, яка проходить у напрямку північ – південь. У цій системі координатами Сонця є висота стояння Сонця  $h_o$ , та азимут  $A_o$ , які залежать від географічної широти місцевості, сезону та часу дня.

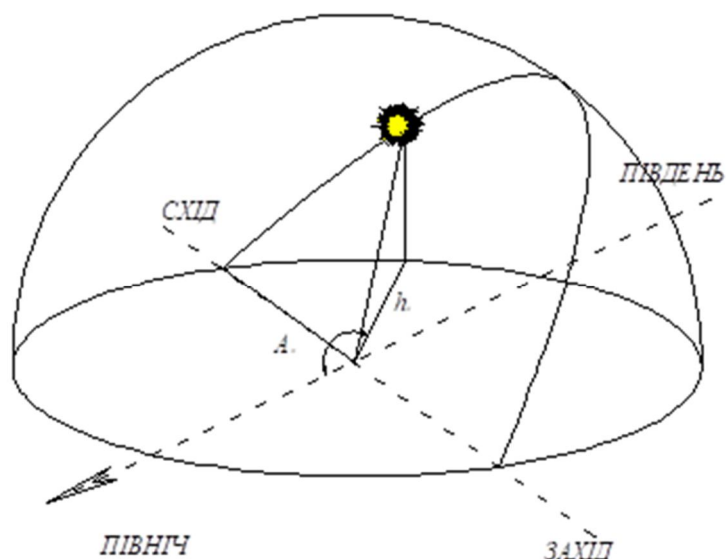


Рисунок 16 – Модель небосхилу для визначення координат Сонця.

Висота стояння Сонця – кут у вертикальній площині, який утворюється променем Сонця та горизонтом. Азимут – кут у горизонтальній площині, якій утворюється горизонтальною проекцією сонячного променя та напрямом меридіану, котрий обчислюється від точки південь та позначається стосовно положенню Сонця у першій половині дня  $A_{сх}$  – східним, а для другої половині дня  $A_{з}$  – західним.

Координати Сонця залежать від географічної широти місцевості  $\varphi$ , часу сезону та часу дня. Особливо характерними датами року є: дні рівнодення (22 березня – весняне та 22 вересня - осіннє), у які довго тривалість дня та ночі однакова, та дні сонцестояння – літнє 22 червня (найдовший день у році) і зимовий 22 грудня (найменший день у році).

### ***Практичне завдання № 3 Побудова добового конверта тіней***

Прилади (інсографіки), які застосовують для виконання розрахунків інсоляції графічними методами, дозволяють визначити напрям та довжину тіней, від вертикальної споруди, яку розташовано на горизонтальній площині у точці, яка розглядається на завданій географічній широті.

Інсографіки можуть бути виготовлені для різноманітних дат року щодо будь-якої широти. Найпростіше забудування виконується для період рівнодення 22 березня та 22 вересня (рис. 17), бо в ці дні межі тіней на протязі усього дня проходять по прямим, які паралельні лінії схід – захід:

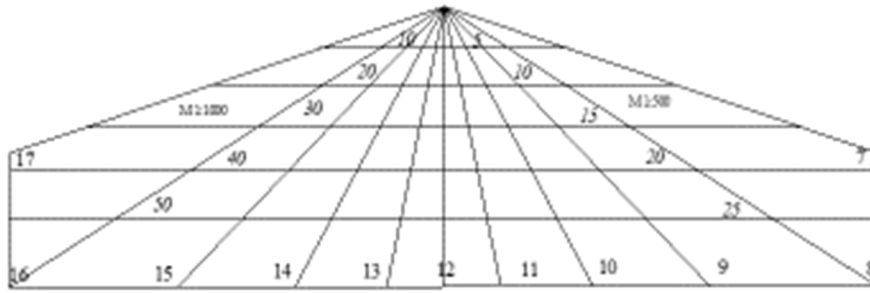


Рисунок 17 – Інсографік у період рівнодення

У день літнього сонцестояння лінії тіней придбають угнуту форму до напрямку точки у якій розміщено предмет (рис. 18):

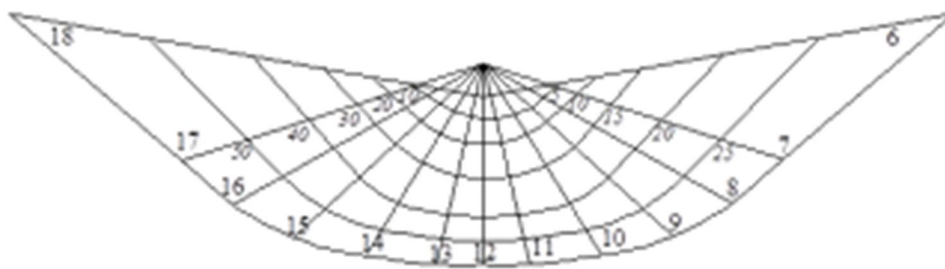


Рисунок 18 – Інсографік у період літнього сонцестояння

У день зимового сонцестояння лінії тіней приймають опуклу форму (рис. 19):

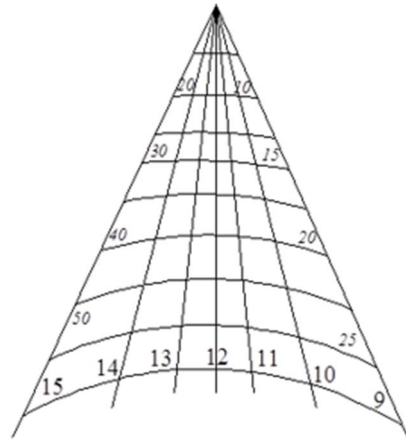


Рисунок 19 – Інсографік у період зимового сонцестояння

Інсографіки накладають на план будівлі або групи будинків, які накреслені у певному масштабі. Побудову інсографіків для днів рівнодення на будь-якій завданій широті  $\phi$  починається з побудови горизонтальної проекції орбіти Сонця, що виконується за допомогою засобів, які було розглянуто на попередньому практичному завданні, але з поворотом на  $90^\circ$ .

**Порядок виконання завдання** (рис. 20):

Завдання виконують відповідно обраному варіанту (дод. Г с. 57 - 60)

1. Проводяться дві взаємо перпендикулярні прямі, перетином яких є точка  $O$ . З цієї точки твориться півколо вільного радіусу.

2. З точки  $O$  під кутом  $\varphi$  (географічна широта  $^{\circ}C$ ) до вертикалі пряма до перетину з півколом. Визначена точка  $A$  проектується на вертикаль у точку  $B$ .

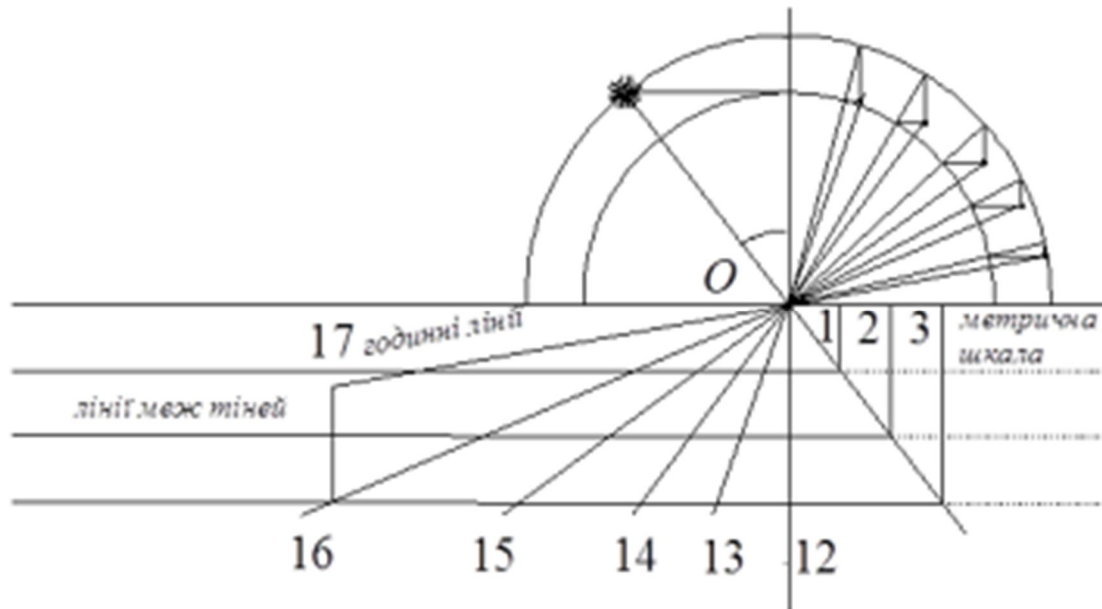


Рисунок 20 – Побудова інсографіків на широті  $\varphi^{\circ}$  для днів рівнодення 22 березня та 22 листопада

3. Радіусом  $OB$  проводиться допоміжне півколо.

4. Чверть більшого кола слід поділити на 6 рівних частин, провести радіальні лінії до перетину з допоміжним півколом та забудувати еліпс звичайним методом.

5. Скрізь часові точки еліпсу слід провести секторальні лінії, які слід продовжити через точку  $O$  за межі півкола донизу. Ці лінії визначають напрям тіней у відповідні години дня.

6. Праворуч від точки  $O$  по горизонталі відкладається метрична шкала, яка є висотним розміром споруди у прийнятому масштабі ( 1 см – 1 м (М 1:100); 10 м – (М 1: 1000), 5м (М 1:500) тощо).

Далі слід продовжити напрям прямої  $OA$  донизу та на неї спроектувати ділянки метричної шкали. Через точки ділення слід провести горизонтальні лінії, які визначають довжини тіней в

7. Залежності від висоти споруди, вони зображені у прийнятому масштабі креслення.

8. Результати побудовання повторюються у дзеркальному зображенні праворуч інсографіку.

При перенесенні графіка на кальку ділянки, що розташовані у межах секторів від 6 до 7 та від 17 до 18 годин, не копіюються, бо інсоляція у межах першої та останньої годин світового дня не враховуються.

*П р и к л а д: Забудувати добовий конверт тіней від забудови АБВГ, висота якої 20 м (у масштабі 1 : 1000) на широті 50° пн.ш.*

Через точки А, Б, В, Г провести лінії, які паралельні напрямку північ – південь. Далі слід накласти транспортир вершиною у точці А та накреслити трикутник по бічним граням транспортиру (годинні лінії 7 і 17) й по лінії, яка паралельна основі, що відповідає висоті 20 м у масштабі 1:1000. такі ж самі трикутники будуються у точках Б, В, і Г. Найбільш висунуті за межі будівлі вершини трикутників з'єднуються один з другим й одержується добовий конверт тіней від будівлі у дні рівнодення (рис. 21 та додаток Г рис. Г.1).

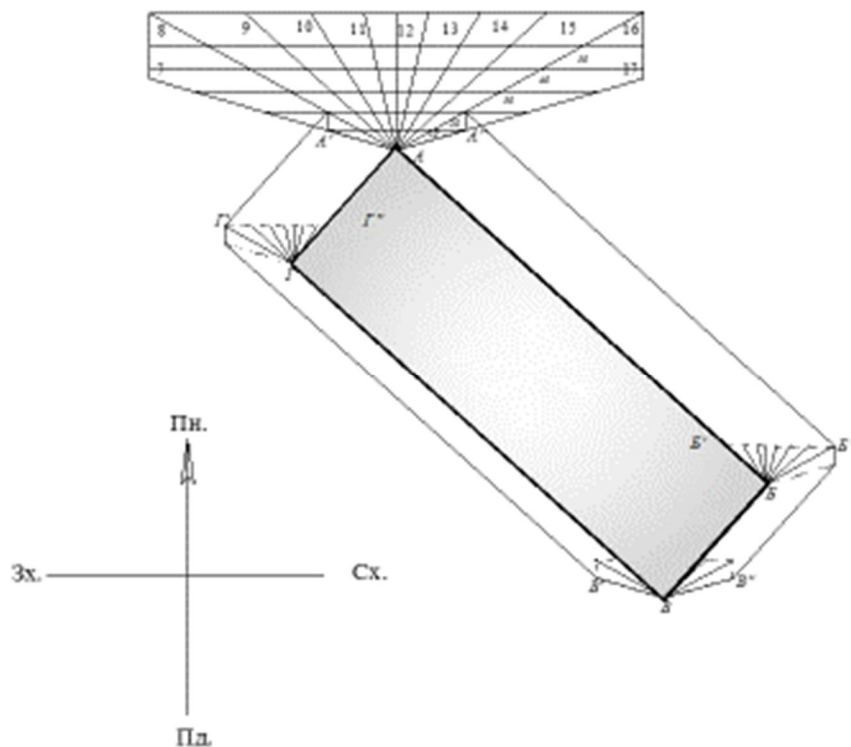


Рисунок 21 – Послідовність побудови добового конверту тіней

### **Т е м а 3 АКУСТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ ЗАЛІВ**

#### ***Практичне завдання № 4 Розрахунок параметрів залу для глядачів***

##### **Теоретичні передумови та мета роботи**

Побудова залу для глядачів, будь-якого призначення, у найбільшій мірі визначає об'ємно-планувальне рішення у цілому. Продумане та вірне

влаштування залу для глядачів надає комфортабельне розміщення глядачів, добру акустику й повну видимість екрану без помітних перекручувань, та забезпечення зручного входу, розподіл по місцям й безпеку евакуації глядачів.

Для визначення оптимальної форми залу слід знати складові частини залу різного призначення та порядок геометричної побудови цього залу. Геометрична побудова залу для глядачів базується на законах оптики (зорового сприйняття).

### **Ігрові майданчики:**

1) естрада – ігровий майданчик, який знаходиться у єдиному просторі разом з залом (не відділеного від нього порталом). Буває двох типів:

тип А – з висотою, яка співпадає з висотою залу. Забезпечує можливість проведення концертів, кіно показу, та інших громадських заходів.

тип Б – з висотою, яка допускає скрите від глядача розміщення освітлювальної арматури. Забезпечує можливість проведення крім вже вказаних щодо типу А заходів, спектаклів за допомогою стаціонарних декорацій.

2) сцена – ігровий майданчик, який відокремлене від залу порталюною стіною. Теж буває двох типів:

тип А – з висотою, яка забезпечує підняття мальовничої декорації у складеному стану. Забезпечує можливість проведення самодіяльних спектаклів за допомогою зміни декорацій.

Тип Б – з висотою, яка забезпечує підняття мальовничої декорації в її природних габаритах. Забезпечує можливість проведення гастрольних спектаклів фахових драматичних труп.

Сцени повинні мати просценіум – простір перед завісою – глибиною не менш 1 м. Для сцени типу Б необхідно улаштувати трюм для сценічних ефектів.

У основу формотворення залу закладені умови кінопроекції та зорового сприйняття зображення, що визначає побудову його розрізу та плану. Безперешкодна видимість екрану забезпечується завищенням променю зору кожного ряду глядачів над променем зору поперед сидячих глядачів в 12 см. Побудова рядів, що відповідає цієї умови, визначається графічним або аналітичним методом.

**Об'єм залу визначається його пропорціями.** Відношення довжини залу  $l$  до середньої ширини  $b$  оптимально:

$$1,3 \leq \frac{l}{b} \leq 1,6, \quad (11)$$

У таких межах і відношення ширини залу  $b$  до середньої висоти  $h$ :

$$1,3 \leq \frac{b}{h} \leq 1,6 \quad , \quad (12)$$

Зали у плані зазвичай мають форму трапеції з кутом розкриття бокових стін 50-120. Прямокутна форма з горизонтальною стелею допустима тільки для лекційних за- лов з місткістю не більше 200 осіб.

Можливості різноманітної побудови залу у розрізі визначаються нормативними обмеженнями за умовами видимості. Діючі норми надають значну свободу у цьому питанні. Положення першого ряду обмежується вертикальним кутом  $22^\circ$  до нормалі у центрі екрану. Це визначає невисоке положення нижнього краю екрану (1,5 – 2 м над рівнем підлоги).

При розташуванні всіх місць для глядачів у партері входи у зал найчастіше улаштовуються в задній стіні, а виходи – у бічних стінах поблизу екрану. У маленьких залах місткістю до 400 місць можна влаштувати прохід уздовж стіни з тупиковим положенням міст, але обов'язково разом з двома входами, які повинні знаходитися у протилежних сторін залу.

Кресли для глядачів можливо розташувати по 40 місць у ряду при двосторонній евакуації ряду й по 20 місць при односторонньому розміщенні. Ширина ряду (віддалення між спинками сидінь сусідніх рядів) приймається 90 см, а ширина кожного місця 50 см. Допустимо збільшення довжини безперервного ряду міст до 50 при відповідному прибільшенні повстанні поміж рядами до 95 см. Оптимальна площа залу для глядачів визначається із розрахунку  $0,7 \text{ м}^2$  на 1 місце.

Варто пам'ятати, що компактне й раціональне розміщення міст зменшує віддаленість останнього ряду та об'єм залу, що поліпшує його акустику.

Зал для глядачів складається з кількох функціональних зон в залежності від призначення самого залу та кількості міст цих зон може бути чи більш чи менш. Отже основні зони: ігровий майданчик (естрада або сцена), зорова частина (сам зал), допоміжні приміщення (складові) та кіноапаратна.

### **Порядок розрахунку параметрів залу для глядачів.**

Об'єм на одне глядацьке місце (питомий об'єм)  $V$  у залах різного призначення рекомендується обирати за таблицею 2.



**Таблиця 2 – Рекомендований оптимальний повітряний об'єм приміщень на одне місце слухача**

Призначення залу для глядачів	Об'єм на одне місце слухача, м <sup>3</sup>
Шкільний клас, аудиторія	4,5–5,5
Лекційний зал	4,0 – 5,5
Конференц-зал	4,5 – 5,5
Актовий зал школи (ВНЗ)	5,0 – 6,0
Зал драматичного театру	5,0 – 7,0
Зал театру опери та балету: у партері	6,0 – 8,0
Концертний зал об'ємом: 6 000–10 000 м <sup>3</sup>	6,0 – 8,0
10 000–15 000 м <sup>3</sup>	7,0 – 9,0
Зал багатоцільового призначення	5,0 – 8,0
Культовий заклад	9,0 – 11,0
Зал кінотеатру	4,0 – 5,0
Радіостудія (залежно від чисельності оркестру)	10,0 – 50,0

При виборі основних розмірів залу для забезпечення хорошої акустики слід дотримуватися наступних правил:

- відношення довжини залу до його середньої ширини відповідає діапазону 1 – 2;
- відношення середньої ширини залу до його середньої висоти лежить в тих же межах (у діапазоні 1–2), але не перевищує 3;
- довжину залів (від задньої стіни до передньої) рекомендується приймати не більше 28–30 м, у філармонічних залах не більше 45 м, а залів з сценічною коробкою – не більше 26–35 м (від задньої стіни до завіси).

**Таблиця 3 – Рекомендовані значення граничної віддаленості глядачів від джерела звуку**

Призначення зала для глядачів	Віддалення глядачів
Аудиторія	25 м від місця розташування лектора
Конференц-зал	
Лекційний зал	
Зал драматичного театру	
Зал театру опери та балету: у партері	25 м від сцени
на балконі	30 м від сцени
Концертний зал	30 м від естради
Зал багатоцільового призначення середньої місткості	26 м від завіси
Зал кінотеатру	40 м від екрану

Якщо відношення довжини залу до його ширини перевищує 2, то міра дифузності звукового поля знижується. При вказаному відношенні, меншому 1, збільшується час запізнювання відображень від бічних стін, при цьому погіршується чутність на бічних місцях. Гармонійні пропорції зали можна визначити за величиною її об'єму, використовуючи модуль золотого перетину.

Рекомендовані значення граничного віддалення глядачів від джерела звука наведені в таблиці 3.

**Розрахунок потрібно проводити згідно з ДБН, також за рисунком 22.**

1. Визначення довжини залу для глядачів  $D$  (від екрану до спинки крісла останнього ряду) (м):

$$D = 1,1\sqrt{N}, \quad (13)$$

де  $N$  – місткість партеру залу для глядачів (кількість людей згідно завданню – див. додаток Д таблиця Д.1).

2. Визначення ширини робочого полю широкого екрану  $Ш_e$  (за хордою) (м):

$$Ш_e = 0,43 \cdot D \quad (14)$$

3. Визначення радіусу сфери  $M$ , який обмежує зону розміщення глядачів (м):

$$M = 0,92\sqrt{N} \quad (15)$$

1. Визначення висоти робочого полю широкого екрану  $B_{ш}$  (м):

$$B_{ш} = \frac{Ш_e}{2,35} \quad (16)$$

Одержану величину слід округлити.

2. Визначення мінімальної відстані  $\Gamma$  від екрану до спинки крісла першого ряду глядачів:

$$\Gamma \geq 0,84 \cdot Ш_e \quad (17)$$

**Порядок виконання роботи.**

Для виконання практичного завдання № 4 необхідно зробити вибір на основі даних, приведених у додатку Д (таблиця Д.2).

Початкові дані призначення зали і її місткості.

Проектування форми залу, оцінка розподілу перших відображень і підготовка початкових даних для розрахунку часу реверберації залу

1. Визначити об'єм залу по заданій місткості.
2. Визначити характерні розміри залу.
3. Враховуючи призначення і місткість залу вибрати розміри сцени (естради), оркестрової ями і балконів (при їх наявності).

4. Підібрати приблизні контури внутрішніх поверхонь залу (профілі стелі, стін, підлоги, балкона), викреслити план і розріз залу в масштабі 1: 50, 1: 100 або 1: 200.

5. Розмістити глядацькі місця.

6. Шляхом побудови променевиx ескізів уточнити контури внутрішніх поверхонь (додаткове завдання).

7. Вибрати 5 розрахункових точок для визначення часу запізнювання і послаблення перших відображень по відношенню до прямого звуку. Точки вибираються на осі залу. Перша точка вибирається на відстані 8 м від джерела звуку, остання на останньому ряду партеру або балкону (додаткове завдання).

8. На розрізі і плані для кожної розрахункової точки, використовуючи метод уявного джерела, побудувати геометричні відображення, виміряти відстані, пройдені прямим і відбитим звуком, і заповнити таблицю (розрахунок часу запізнювання і послаблення геометричних відображень для вибраних точок).

9. Уточнити об'єм залу і площі внутрішніх поверхонь, вчислити перераховані нижче величини і вписати отримані початкові дані для розрахунку часу реверберації залу в наступному виді:

3. Тип залу

4. Місткість залу, осб.

5. Площа стелі, м<sup>2</sup>

6. Площа підлоги, м<sup>2</sup>

7. Сумарна площа чотирьох стін, м<sup>2</sup>

8. Сумарна площа внутрішніх поверхонь, м<sup>2</sup>

9. Сумарний внутрішній об'єм, м<sup>3</sup>

10. Площа підлоги, не зайнятої глядачами, м<sup>2</sup>

11. Площа отвору сцени (для залів з сценічною коробкою), м<sup>2</sup>

12. Площа завіси, м<sup>2</sup> (якщо є)

13. Площа оркестровий ями, м<sup>2</sup> (якщо є)

14. Площа скління, м<sup>2</sup> (якщо є)

15. Площа вентиляційної ґрати, м<sup>2</sup> (прийняти залежно від місткості залу).

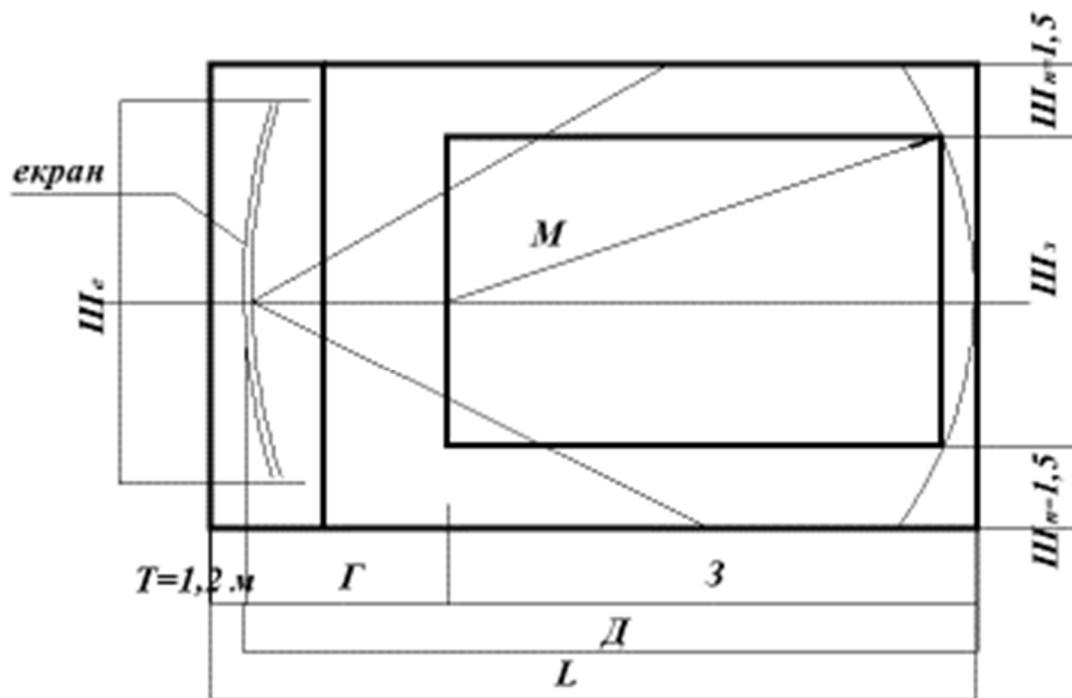
Згідно з розрахунками, треба графічно зобразити розріз та план зали для глядачів у масштабі 1:200, 1:100 або 1:50 (в залежності від розмірів залу та композиції), користуючись попередньою схемою (рис. 22).

У залах, місткістю понад 600 слухачів, варто улаштувати один або декілька балконів. Завдяки чому можливо зниження об'єму залу – зменшення його довжини та розчленування стін, що відповідає хорошій акустиці.

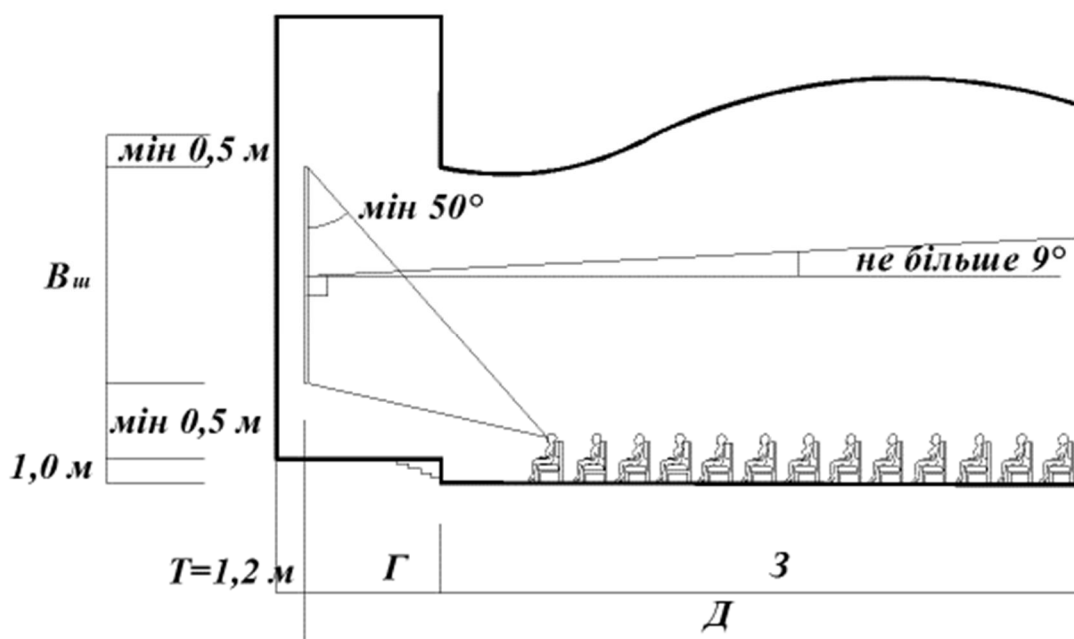
Відношення виносу балкона  $a_1$  до середньої висоти підбалконної пазухи  $h_1$  (див. підручник «Будівельна фізика» рекомендована література) повинно

бути не більше 1,5, це правило стосується також лож. Для пазухи над балконом (у разі відсутності над ним балкону) відношення  $a_2 / h_2$  може бути збільшено до 2.

Передільна глибина підбалконного простору не повинна привішувати 4,5 рядів місць для глядачів. Висота нижньої грані передньої частини балкону над відповідним рядом місць для глядачів партеру повинна бути не менш 5 (м), та над останнім рядом не менше 3,5–4,0 м.



а)



б)

Рисунок 22 – Визначення параметрів зали:

а) схема плану зали для глядачів; б) схема розрізу зали для глядачів.

**Практичне завдання № 5 Побудова відбитих звукових променів від плоских, а також від угнутих й опуклих поверхонь**

**Теоретичні передумови**

При побудові відбитих звукових променів від угнутих поверхонь (скріплень, куполів, ніш) відбити (віддзеркаленні) промені сходяться у точці, утворюючи так званий фокус. Усунення цього грубого акустичного недоліку при проектуванні залів забезпечується вибором належного радіусу кривизни  $r$ , при котрому фокус не виникає у зоні розташування місць глядачів.

Місце знаходження фокусу, відтвореного відбитими звуковими проміннями від угнутих поверхонь, слід визначати по формулі:

$$X = \frac{dr}{2d - r}, \quad (18)$$

де  $X$  – відстань фокусу від угнутої поверхні;  
 $d$  – відстань джерела звуку до угнутої поверхні, м;  
 $r$  – радіус кривини поверхні.

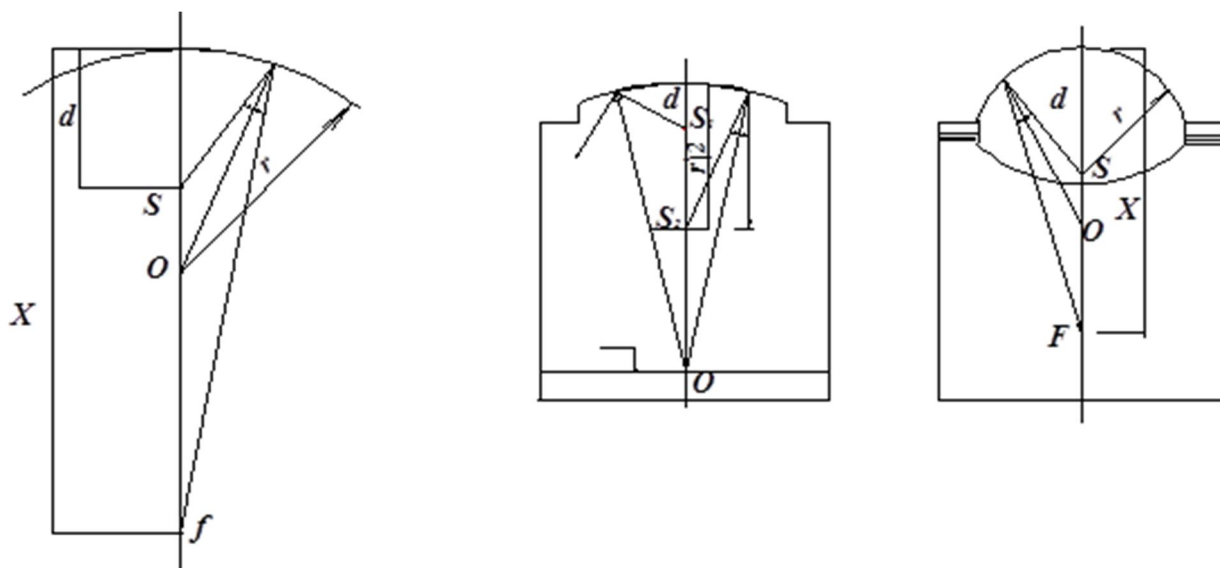


Рисунок 23 – визначення часуй місця знаходження фокусів при відбиваючих з різними радіусами кривини:

а) Розріз  
 При положенні джерела звуку поблизу відбиваючої поверхні

б) Розріз  
 При положенні джерела звуку на відстані, яке дорівнює половині радіусу, або менше половини радіусу

в) План  
 При положенні джерела звуку поблизу центру кривини

Якщо  $X = 0$ , це означає, що фокус відсутній (відбитий промінь проходить паралельно повздовжній осі залу;  $X$  визначено зі знаком « $\leftarrow$ » фокус по другий бік сцени.

## Практичне завдання № 6 Розрахунок часу реверберації та артикуляції

### Теоретичні передумови та ціль роботи.

Для виконання практичного завдання № 6 також можна робити на основі даних, приведених у додатку Д (таблиця Д.2).

Час реверберації є основним критерієм акустичних властивостей залу у цілому. Останні критерії є доповнюючі ми або локальними.

*Явище реверберації* – процес формування та затухання звуку після припинення звучання джерелу звуку у наслідку багаторазового відбиття від огорожувальних поверхонь. Цей процес характеризується трьома основними періодами:

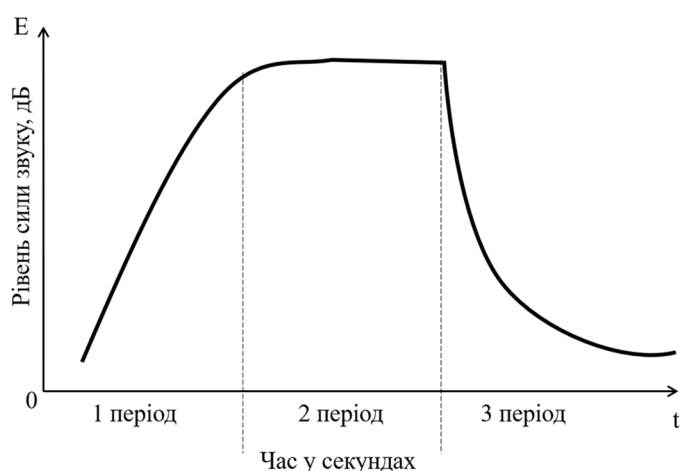


Рисунок 23 – Крива формування звучань у приміщенні внаслідок реверберації

1. Нарощення щільності звукової енергії, внаслідок підсумовування перших відбиттів енергії разом з первісною.

2. Період динамічної рівноваги між приростом звукової енергії та звукопоглинанням.

3. Період спаду, внаслідок ослаблення звукової енергії при багаторазових відбиттях.

Явище реверберації формується внаслідок того, що різниця у часі поміж попередніми звуками й послідовними відбитими (віддзеркаленими) знаходиться у межах запізнення та й не підвищує  $\frac{1}{20}$  с.

*Час реверберації* – період, з бігом якого максимальна щільність звукової енергії знижується у десять у шостій ступеню разів, що еквівалентно зниженню рівня гучності на 60 дБ (рис. 23).

Щоб визначити час реверберації застосовується формула Себіна:

$$T = \frac{V}{\sum \alpha S} 0,63, \quad (19)$$

де  $V$  – об'єм залу;

$\sum \alpha S$  – повне звукопоглинання – сума добутку площин огорожувань  $S$  на відповідні їм коефіцієнти поглинань.

При високих коефіцієнтах поглинання огорожень (що треба приймати у залах великих розмірів) доцільно використовувати універсальну формулу Ейрінга:

$$T = \frac{0,163 \cdot V}{\sum S_n \cdot \ln(1 - \alpha_{cp})}, \quad (20)$$

де  $\alpha_{cp}$  – середньозважений коефіцієнт звукопоглинання, який визначається з формули:

$$\alpha_{cp} = \frac{\sum \alpha_n \cdot S_n}{\sum S_n}, \quad (21)$$

де  $\sum \alpha_n \cdot S_n = \alpha_1 \cdot S_1 + \alpha_2 \cdot S_2 + \dots + \alpha_n \cdot S_n$  – сумарне звукопоглинання є сумою коефіцієнтів звукопоглинання на відповідні площину опоряджувальних матеріалів;

$\sum S_n$  – сумарна площа опоряджувальних матеріалів.

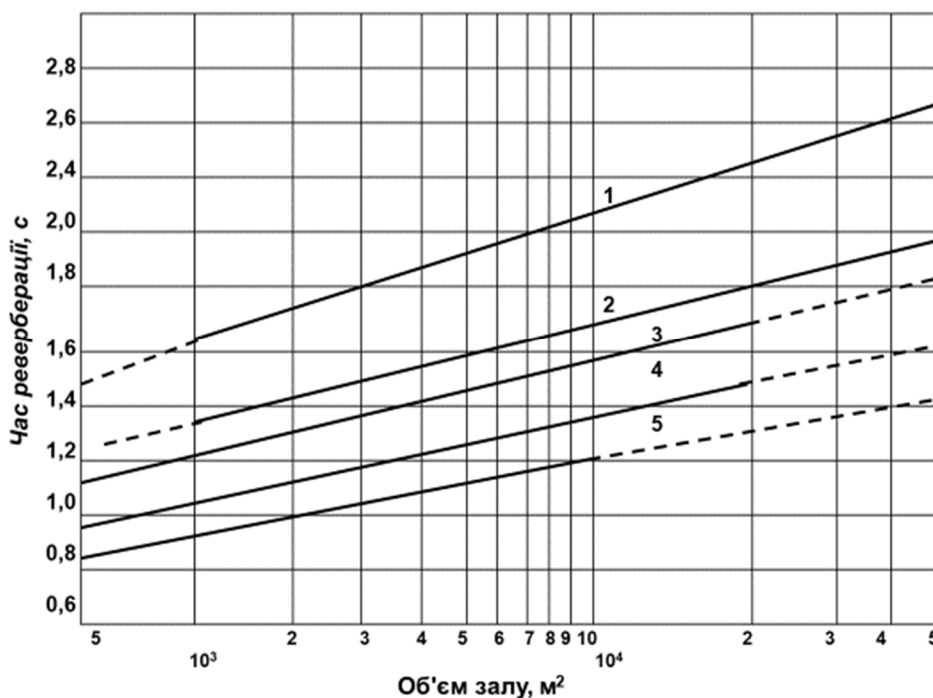


Рисунок 24 – Рекомендований час реверберації для залів різного призначення залежно від їх об'єму в діапазоні частот 500...2 000 Гц:

- 1 – лекційні зали, зали пасажирських приміщень вокзалів;
- 2 – зали драматичних театрів, зали багатоцільового призначення середньої місткості, кінотеатри;
- 3 – зали театрів опери і балету, концертні зали;
- 4 – спортивні зали.

### Оптимальний час реверберації.

Оптимальний час реверберації залежить від пробігів відбух звуків, тобто від об'єму приміщення та його зазначення:

$$T_{opt}^{500} = K \cdot \lg \cdot V, \quad (22)$$

де  $T_{opt}^{500}$  - оптимальний час реверберації для звуків силою 500 Гц;

$V$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$K$  – коефіцієнт, якій залежить від зазначення приміщень, якій дорівнює щодо оперних театрів та концертних залів 0,41; драматичних залів – 0,36; кінозалів та аудиторій – 0,29.

Еквівалентною площиною поглинання поверхні  $A$  є добутком площини цієї поверхні  $S$  на її коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha$ ;

$A = \alpha \cdot S$ , тобто еквівалентна площа звукопоглинання є площиною поверхні, яка звукову енергію цілковито поглинає; ця поверхня поглинає кількість звукової енергії, так саме, як поверхня  $S$ .

Звукопоглинання деякими з предметів, які знаходяться у приміщенні (стілці, кресли тощо), а також слухачами оцінюється.

Схема звукопоглинання безпосередньо еквівалентною площиною звукопоглинання  $A$  (Рис. 25).

Цілковите звукопоглинання  $\sum \alpha S$  складається з постійної частини  $A_{\text{пост}}$  та мінливої  $A_{\text{мін}}$ , які залежать від численності глядачів, розрахунковий час реверберації при 70 % заповнення залу повинне збігатися із оптимальним 70 %.

Перевірка повинна провадитися щодо різних частот (125, 500, 2 000 Гц). Для цих частот можливо скористатися співвідношенням:

(23)

При розрахунках часу реверберації слід ураховувати, що фактичне звукопоглинання завжди перевищує розрахункове завдяки неврахованих локальних (розосереджених) звукопоглинань. Ураховувати додаткове звукопоглинання можливо шляхом введення середнього коефіцієнту додаткового звукопоглинання, котрий рекомендується приймати: щодо частоти 125 Гц – 0,08, а щодо інших частот 500 ÷ 2 000 – 0,04.

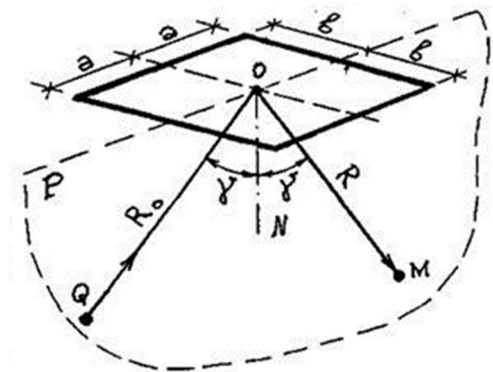


Рисунок 25 – Схема звукопоглинання припущення променевих віддзеркалень



**Таблиця 4 – Коефіцієнти звукопоглинання матеріалів ( $\alpha$ )**

Матеріал	Частота, Гц		
	125	500	2 000
<i>Підлога</i>			
Підлога паркетна та стінка подіуму	0,15	0,10	0,06
Гумове покриття товщиною 5 мм	0,04	0,08	0,03
Килим звичайного типу	0,08	0,20	0,27
Килим товщиною 5 мм	0,04	0,15	0,52
Лінолеум	0,02	0,03	0,04
<i>Стіни та стеля</i>			
Бетон	0,01	0,02	0,02
Бетон пофарбований	0,01	0,01	0,02
Стіна цегляна без штукатурки	0,02	0,03	0,05
Стіна цегляна оштукатурена	0,01	0,02	0,03
Мармур	0,01	0,01	0,02
Суха штукатурка	0,2	0,06	0,04
Суха штукатурка на відстані 5 см від поверхні	0,15	0,20	0,22
Дерев'яна обшивка сосною товщиною 19 мм	0,1	0,1	0,08
<i>заповнення дверних та віконних прорізів</i>			
Скління	0,35	0,18	0,07
Склопластик	0,008	0,01	0,015
Двері дерев'яні	0,15	0,10	0,12
Вікна з подвійним склінням	0,3	0,1	0,08
<i>Запони та порт'єри</i>			
Вільно висяча тканина у вигляді драпі вагою кг/м <sup>2</sup> :			
0,35	0,04	0,11	0,3
0,5	0,06	0,13	0,4
(оксамит) 0,6	0,10	0,50	0,82
<i>Меблі</i>			
Крісла м'які, м <sup>2</sup>	0,11	0,28	0,45
Крісла тверді, м <sup>2</sup>	0,01	0,02	0,02
Люди, 70 %	0,18	0,47	0,95

### Практичне завдання № 7 Артикуляція мови

Акустична якість аудиторій та залів характеризується ступеню розбірливості мови у всіх точках приміщення. Критерієм розбірливості мови є *складова артикуляція*, яка визначає процент вірно сприйнятих слухачем складів. Розбірливість вважається відмінною при 96 % досконало сприйнятих складів, добра – 96–85, задовільна – 85–75, важкорозбірлива – 76–65, неприпустима – 65 % та нижче.

При артикуляції мови ураховується рівень гучності звуку, час реверберації, шумовий фон у приміщенні, форма приміщення. Усі ці параметри виражаються у виді коефіцієнтів, які ураховують саме ці процеси.

Артикуляція мови позначається, як А:

$$A = 0,96 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \quad (16),$$

де  $K_1$  – коефіцієнт, який ураховує рівень гучності звуку;

$K_2$  – коефіцієнт, який ураховує час реверберації;

$K_3$  – коефіцієнт, який ураховує шумовий фон у приміщенні;

$K_4$  – коефіцієнт, який ураховує форму приміщень (у прямокутних та секторних приміщеннях  $K_4 = 1,0$ , у малих приміщеннях з великим звуковіддзеркалювачем  $K_4 = 1,06$ ).

Для розрахунків зручно користатися таблицею 5.

**Таблиця 5 – Значення коефіцієнтів  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ , й відсоткова складова артикуляція**

Час реверберації, с.	Величина коефіцієнтів			Процентна артикуляція	
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	при $K_4 = 1,0$	при $K_4 = 1,06$
1,0	0,95	0,96	0,83	72,5	77
1,5	0,95	0,94	0,83	71	75
2,0	0,95	0,90	0,83	68	72
2,5	0,95	0,86	0,83	65	69

Оптимальний час реверберації слід перевіряти згідно нормативної номограми (рис. 25).

**П р и к л а д.** Треба розрахувати час реверберації та розрахувати й оцінити артикуляцію залу засідань на 420 осіб. Розміри залу 12 x 24, висота 6 м, об'єм 1675 м<sup>3</sup>. У залі мається подіум, шириною 4 м. У проходах залу – ковдри, 60 м<sup>2</sup>. Порт'єри, взагалі – 80 м<sup>2</sup>. М'які кресли – 15 шт. на сцені, 420 шт. – у залі.

Для виконання практичного завдання № 9 (тема 2) треба:

1) Визначити час реверберації.

2) Розрахувати та оцінити артикуляцію мови.

3) Зробити необхідні висновки, щодо правильності вибору форми залу з точки зору акустичних вимог.

Визначити час реверберації:

1) Визначення часу реверберації

$$T_{125} = \frac{0,163 \cdot V}{S_{\text{заг}} \cdot \ln(1 - \alpha_{\text{cp}})}, \quad (20)$$

Тобто:

Стіни цегляні - S = 372 м <sup>2</sup> , отже:	$\alpha_1 S = 3,72;$	$\alpha_2 S = 7,44$
Підлога паркетна		
та стінка подіуму - S = 302 м <sup>2</sup> , отже:	$\alpha_1 S = 45,30;$	$\alpha_2 S = 30,20$
Стеля бетонна пофарбована - S = 288 м <sup>2</sup> , отже:	$\alpha_1 S = 2,88;$	$\alpha_2 S = 2,88$
Двері дерев'яні - S = 14,4 м <sup>2</sup> , отже	$\alpha_1 S = 2,16;$	$\alpha_2 S = 1,44$
Вікна з подвійним		
склінням - S = 45,7 м <sup>2</sup> , отже:	$\alpha_1 S = 13,71;$	$\alpha_2 S = 4,57$
Килим - S = 60 м <sup>2</sup> , отже:	$\alpha_1 S = 4,80;$	$\alpha_2 S = 12,00$
Порт'єри - S = 80 м <sup>2</sup> , отже:	$\alpha_1 S = 8,0;$	$\alpha_2 S = 40,00$
М'які кресла - S = 15 м <sup>2</sup> , отже:	$\alpha_1 S = 1,65;$	$\alpha_2 S = 4,20$
Дерев'яна обшивка сосною - S = 420 м <sup>2</sup> , отже:	$\alpha_1 S = 4,20;$	$\alpha_2 S = 8,40$
Люди 70%, отже:	$\alpha_1 S = 54,72;$	$\alpha_2 S = 142,88$
	<u>Загальна сума:</u>	<u>141,14 та 254,01</u>

$$T_{125} = \frac{0,163 \cdot 1675}{141,14} = 1,93 .$$

$$T_{500} = \frac{0,163 \cdot 1675}{254,01} = 1,08 .$$

2) Визначити оптимальний час реверберації, де K = 0,29 (за формулою 22)

$$T_{\text{opt}}^{500} = 0,29 \cdot \lg \cdot V$$

$$T_{\text{opt}}^{500} = 0,29 \cdot \lg \cdot 1675 = 0,94$$

$$0,94 < 1,08 (T_{500})$$

$$T_{\text{opt}}^{125} = 1,5 \cdot T$$

$$T_{\text{opt}}^{125} = 1,5 \cdot 0,94 = 1,4$$

$$1,4 \text{ с} < 1,93 (T_{125} )$$

Потрібне звукопоглинання:

**На частоті 500 Гц**

$$\sum \alpha S = \frac{0,163 \cdot V}{T_{\text{opt}}}$$

із формули

$$T_{onm}^{500} = \frac{0,163 \cdot V}{\sum \alpha S}$$

$$T_{onm}^{500} = \frac{0,163 \cdot 1675}{290} = 0,94$$

$$\sum \alpha S = \frac{0,163 \cdot V}{T_{onm}} = 290 (m^2)$$

**290 м<sup>2</sup> > 254.**

**Не вистачає звукопоглинань на частоті 500 Гц:  $\Delta \alpha S = 29 - 250 = 36 \text{ м}^2$**

**На частоті 125 Гц**

$$T_{onm}^{125} = 1,5 \cdot T$$

$$T_{onm}^{125} = 1,4$$

$$\sum \alpha S = \frac{0,163 \cdot V}{1,4} = 193 (m^2)$$

**193 м<sup>2</sup> > 141 м<sup>2</sup>**

**Не вистачає звукопоглинань на частоті 125 Гц:**

**$\Delta \alpha S = 182 - 141 = 41 \text{ м}^2$ .**

Найбільш простим засобом збільшення постійного поглинання є обробка стіни з боку подіуму. Слід прийняти обробку із деревоволокнистих плит із коефіцієнтом звукопоглинання  $\alpha_{125} = 0,20$  та  $\alpha_{500} = 0,46$ . тобто необхідно зробити обробку майже по усій висоті (5 м) бічної сторони розміром 12 м та з обох боків по 4 м. Також можна зробити часткове звукопоглинання на стелі.

Далі необхідно зробити перевірку на частоті 125 Гц та 500 Гц, які застосуються згідно з удосконаленим розрахунком, який передбачено у проектній практиці.

**Крім того, потрібно розрахувати та оцінити артикуляцію.**

**Час реверберації**

**500**

**$T = 1,08 \text{ сек.} \approx 1,5 \text{ сек.}$**

**Згідно з таблицею 5 потрібно використовувати коефіцієнти  $K_1, K_2$ , та  $K_3, K_4 = 1$ .**

**$A = 0,96 \times 0,95 \times 0,94 \times 0,83 \times 1,0 = 70,2 \%$ .**

Таким чином, згідно з таблицею 5, де виявлено, що відсоткова артикуляція дорівнює 71, артикуляцію у конференц-залі можна визначити як важко розбірливою. Для влаштування оптимальної артикуляції необхідно використати звукопідсилювачі прилади, проектування яких відноситься до науки радіоакустика.

### 3. САМОСТІЙНА РОБОТА

Найпростішим засобом підвищення знань із дисципліни «Будівельна фізика» є самостійне поглиблене вивчення теоретичного матеріалу лекцій та виконання РГЗ і практичних занять. Тематика самостійної роботи студента відповідає змісту тем навчальної дисципліни.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Модуль 1 Будівельна фізика (7 семестр)</b>		
<b>Змістовий модуль 1 Кліматологія. Теплофізика</b>		
1	Тема 1 Призначення, місце дисципліни «Будівельна фізика» у фаховій підготовці архітекторів. Предметне значення міської кліматології	2
2	Тема 2 Основні характеристики природно-кліматичного комплексу	4
3	Тема 3 Ландшафт: гідрогеологічні умови, гідро географічні умови, жива природа	2
4	Тема 4 Роль архітектурно-кліматичних і фізико-географічних факторів у формуванні основних категорій якості архітектури	2
5	Тема 5 Загальні відомості про мікроклімат міського середовища	4
6	Тема 6 Характеристика комплексного аналізу території на основі складових природно - кліматичного комплексу	4
7	Тема 7 Загальні теплофізичні основи проектування	6
8	Тема 8 Тепловий мікроклімат приміщень, критерії його оцінки по ознаці відчуттів тепла людини	6
<b>Змістовий модуль 2 Світлотехніка і освітлення. Акустика</b>		
9	Тема 9 Основи світлотехніки. Основні поняття, величини, розмірності видів та законів розповсюдження світлової енергії сонця	4
10	Тема 10 Природне освітлення, його функції, види, системи, кількісні і якісні одиниці	4
11	Тема 11 Штучне освітлення міських просторів і будинків	2
12	Тема 12 Інсоляція та сонцезахист в архітектурі. Інсоляція будинків і територій	4
13	Тема 13 Архітектурне кольорознавство. Нормування і проектування колірних рішень	6
14	Тема 14 Основи архітектурної акустики	6
15	Тема 15 Акустика закритих і відкритих просторів	2
16	Тема 16 Звукоізоляційні і звуковбирні матеріали	2
<b>Разом</b>		<b>60</b>

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методичні вказівки до виконання курсової, практичних та самостійних робіт з дисципліни „Будівельна фізика. Кліматологія” (Кліматологія, теплотехніка) (для студентів 4 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.060102 "Архітектура") / Апатенко, Т.М. и Жидкова, Т.В., – Харків: ХНАМГ ім. М. Бекетова, 2011 – 42 с..

2. Методичні вказівки до виконання практичних завдань і самостійної роботи з дисципліни „Будівельна фізика. Кліматологія” (для студентів 4 курсу денної форми навчання спеціальності 6.120100 - архітектура) (Світлотехніка, акустика.) / Апатенко, Т.М. – Харків: ХНУМГ ім. М. Бекетова, 2011 – 32 с..

### Рекомендована література

1. Основы строительной физики: учебник для вузов/ Н.М. Гусев, – М.: Стройиздат, 1983. – 440 с.

2. Архитектурная физика: Учебник для вузов: Спец. А 87 «Архитектура» / В. К. Луцкевич, Л. И. Макриненко, И. В. Мигалина и др.; Под ред. Н. В. Оболенского. / Луцкевич В. К.– М.: Стройиздат, 1997. – 448 с.

3. Конспект лекцій до дисципліни „Будівельна фізика. кліматологія”/ Т.М. Апатенко – Харків: ХНАМГ, 2013 – 100 с..

4. Будівельна фізика. Підручник/ Т.В. Жидкова, Т.М. Апатенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. – 405 с.

### Допоміжна

1. Державні будівельні норми України. «Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень»: ДБН-360-92. – Київ: Держбуд України, 1999. – 20 с.

2. ДБН В.2.6-31: 2006. Теплова ізоляція будівель –Київ: Держбуд України, 2006.–73 с.

3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010. Будівельна кліматологія – Київ: Держбуд України, 2011. – 132 с

2. Державні санітарні правила «Планування та забудова населених пунктів». Гос Сан Пин 173 – 96. – Київ: Держбуд України, 1996. – 25 с.

4. Державні будівельні норми України «Будинки та споруди». Громадські будинки та споруди: Основні положення: ДБН В. 2.2 – 9 – 99. – Київ: Держбуд України, 1999. – 92 с.

5. ДБН В.2.5-28-2006 «Державні будівельні Норми України. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» -Київ: Укрархбудінформ, 2006. – 107 с.

6. ДБН В.1.1-31: 2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму. – [Чинний від 01.06.2014]. – Київ, Мінрегіон України, 2014. с. 48.

**ДОДАТОК А**  
**Таблиці для розділу «Кліматологія»**

**Таблиця А.1 – Номограма для визначення класів погоди**  
**(За Є. В. Вітвицькою)**

		Теплий період			
Верхня межа	Нижня межа	Відносна вологість повітря, %			
		24 і нижче	25 – 49	50 – 74	75 і більше
47,9	44,0	Ж <sub>в</sub> – жарка волога			
43,9	40,0				
39,9	36,0	Ж <sub>с</sub> – жарка суха	Т		
35,9	32,0				
31,9	28,0	Т – тепла	Т	Т	
27,9	23,6		К <sub>т</sub> – комфортно тепла		
23,5	20,0	К <sub>т</sub>		К <sub>т</sub>	Т
19,9	14,6	К – комфортна			
14,5	12,0	П <sub>к</sub> – прохолодно комфортна			
		Холодний період			
Верхня межа	Нижня межа	Швидкість вітру, м/с			
		1,9 і нижче	2,0–4,5	4,6–9,9	10 і більше
11,9	8,0	П – прохолодна			
7,9	4,0	ПХ – прохолодно–холодна			
3,9	0,0	Х – холодна			
-0,1	-3,9				
-4,0	-11,9	Х <sub>с</sub> – холодно		– сувора	
-12,0	-19,9				
-20,0	-27,9	С – сувора			
-28,0	-35,9				
-36,0	-47,9	С – сувора			
-48,0	-59,9				
-60,0	-71,9				

Температура, °С

**Таблиця А.2 – Типологічні вимоги по вибору архітектурних рішень і режимів експлуатації території і будівель для міст України**

Клас погоди	Режим експлуатації	Типологічні вимоги		
		Архітектурно-планувальне рішення	Конструктивне рішення	Інженерно - технічне рішення
1	2	3	4	5
Жарка (волога) <b>Жв</b>	<i><b>Ізольований</b></i> (літо) <b>I +</b>	Максимальна аерація територій та будівель. Компактні об'ємно-планувальні рішення, відкриті приміщення для вечірнього та нічного відпочинку. Наскрізне провітрювання. Затінювання пішохідних шляхів будівлями. Захист територій від перегрівання зеленими насадженнями. Затінювання і активна аерація міських просторів	Одинарне або подвійне скління. «Дихаючі» огороження високих теплозахисних властивостей	Повне кондиціонування, штучний мікроклімат у приміщеннях, максимальна аерація. Інтенсивна вентиляція
Жарка суха <b>Жс</b>	<i><b>Закритий</b></i> (літо) <b>З +</b>	Компактні об'ємно-планувальні рішення, зменшення теплонадходжень. Інтенсивний теплозахист території та будівель. Обводнення і озеленення територій. Захист від суховіїв	Для захисту від перегрівання конструкції необхідних теплозахисних і повітронепроникних властивостей. Сонцезахист стін та вікон будівель	Штучне охолодження повітря без зниження його вологості. Кондиціонування, механічні вентилятори, фени
Тепла <b>Т</b>	<i><b>Напіввідкритий</b></i> (літо) <b>Нвт</b>	Вільна забудова; двостороннє планування квартир з активним провітрюванням; сонцезахист і аерація території та будівель	Трансформація огорожувальних конструкцій; сонцезахист на фасадах будівель; захист приміщень від перегрівання	Механічні вентилятори, фени; штучне охолодження приміщень
Комфортно-тепла <b>Кт</b>	<i><b>Відкритий</b></i> із захистом від перегрівання <b>В +</b>	Вільна забудова; обводнення і озеленення; сонцезахист і аерація територій та будівель; наскрізне і кутове провітрювання; відкриті приміщення, лоджії, галереї, веранди, сходи напіввідкриті без тамбурів	Трансформація огорожень; сонцезахист на фасадах будівель; захист приміщень від перегрівання; огороження, що зменшують тепло надходження	Механічні вентилятори, фени та кондиціонери
Комфортна <b>К</b>	<i><b>Відкритий</b></i> <b>В</b>	Відкриті приміщення, лоджії, веранди, балкони; побутові процеси на відкритому повітрі	Трансформація огорожень (не висуваються вимоги до теплоізоляції)	Не використовуються



<b>Продовження таблиці А.2</b>				
1	2	3	4	5
Проходно-комфортна ПК	<b>Напіввідкритий із захистом від легкого перегрівання НВ</b>	Помірно компактні об'ємно-планувальні рішення; захист території від вітру зеленими насадженнями або напівзамкненою забудовою	Одинарне або подвійне скління; огорожувальні конструкції середніх теплозахисних властивостей	Електричні фени; вентиляція природна, кондиționери
Проходно П	<b>Напіввідкритий (зима) НВ</b>	Орієнтація на сонці; помірно компактні об'ємно-планувальні рішення; захист території від вітру зеленими насадженнями	Одинарне скління; огорожувальні конструкції середніх теплозахисних властивостей.	Опалювання малої потужності; вентиляція природна.
Проходно –холодна ПХ	<b>Напіввідкритий із захистом від легкого охолодження НВ -</b>	Орієнтація будівель на північ - південь; наскрізне провітрювання, відкриті приміщення, лоджії, галереї, веранди, сходи напіввідкриті без тамбурів	Подвійне скління; огорожувальні конструкції необхідних теплозахисних і повітронепроникних властивостей; сучасні енергозберігаючі вікна	Регулярне центральне опалювання середньої потужності; кондиționери
Холодна Х	<b>Закритий (зима) З</b>	Замкнена компактна схема забудови. Захист території від небезпечних вітрів будівлями. Орієнтація на сонячні сторони. Зменшення тепловтрат, теплі сходи, тамбури	Огороження необхідних теплозахисних і повітронепроникних властивостей; подвійне та потрійне скління	Регулярне центральне опалювання середньої потужності; вентиляція природна
Холодно - сувора ХС	<b>Закритий – з активним вітро-тепло-вологозахистом З -</b>	Захист від переохолодження; замкнена компактна забудова з вітрозахистом; зменшення розміру двору (не більше двох висот будівель); захист території від небезпечних вітрів будівлями підвищеної поверховості плюс озеленення; зниження небезпечних зимових вітрів і вологи; орієнтація на сонячні сторони; зменшення тепловтрат; теплі сходи та тамбури	Огороження високих теплозахисних і повітронепроникних властивостей; подвійне та потрійне скління; сучасні енергозберігаючі вікна з високими теплозахисними властивостями	Регулярне центральне опалювання великої потужності.
Сувора С	<b>Ізольований (зима) І -</b>	Максимальна компактність забудови. Захист території від вітрів будівлями. Теплі переходи між будівлями, теплі зупинки громадського транспорту. Мінімальні тепловтрати: закриті опалювані сходи, мінімальна кількість входів у будівлі, подвійні тамбури	Огорожувальні конструкції високих теплозахисних і повітронепроникних властивостей. Потрійне скління, сучасні вікна з високою теплоізоляцією. В умовах вічної мерзлоти певні фундаменти	Регулярне центральне опалювання великої потужності. Механічна припливна вентиляція з підігріванням і зволоженням повітря

**Таблиця А.3 – Біокліматичні зони і містобудівельні вимоги до архітектурно-планувальних рішень**

Біокліматичні зони	Загальні містобудівельні вимоги
<i>Холодний клімат</i> Загальна тривалість погод охолодження помірна, значне та надмірне більше 4 місяців.	Максимальний захист людини від переохолодження: активізація сонячного впливу; захист від низьких температур (обмеження часу перебування людини на відкритому повітрі в холодний період до 15–30 хв.); захист території від вітру і завірюхи.
<i>Помірний клімат</i> Відсутній тип погоди надмірне охолодження; тривалість погод охолодження помірна, значне від 2 до 4 місяців; у Прибалтиці, Білорусії, на півдні України і півдні Європейської території Росії менш 2 місяців.	Помірний захист від переохолодження в холодний і від перегріву в теплий період; використання сприятливих природнокліматичних умов; активізація сонячного впливу північніше 57° широти і помірний сонцезахист в теплий період північніше цієї широти; помірний вітрозахист, вологозахист на морському узбережжі
<i>Жаркий клімат</i> Відсутні типи погод надмірне та значне охолодження; тривалість погод значний та помірний перегрів більш 1-2 місяців; у Середній Азії тривалість погод значний, помірний та надмірний перегрів більш 2 місяців	Максимальний захист від перегріву: сонцезахист (захист від надлишкової теплової радіації); захист від високих температур повітря (скорочення часу перебування людини на відкритому повітрі в пустельних районах); активізація провітрювання; захист від зниженої вологості повітря в пустельних районах і від підвищеної у вологих субтропіках; використання сприятливих погодних умов

*Примітка:* за мінімальну тривалість погоди приймається 1 місяць

**Таблиця А.4 – Оцінка кола обрїю по тепловому опроміненню сонячною радіацією в літній період (травень-серпень)**

Територія	Оцінка, балів			
	1	2	3	4
Заборонений сектор для квартир однобічної орієнтації у всіх зонах	Умовно сприятлива	Сприятлива	Несприятлива	
Від 65 до 52° пд.ш.	Північний захід – південний схід	Захід	Схід – Півден. захід	Південь – Півден.схід
До півдня Від 52° пн.ш		Південний захід	Захід – Південний схід	Південь – Схід

*Примітка.* Кількість балів пропорційна кількості одержуваної сонячної радіації і загальному тепловому тлу.

**Таблиця А.5 – Оцінка території за тепловим впливі сонячної радіації**

Біокліматична зона		Ступень сприятливої радіації		
		Сприятлива	Несприятлива	Умовно сприятлива
Кількість балів		3	1	2
<b>а</b> (II)	Холодний і помірний клімат	Від 90 до 270 ° (Схід – Захід)	Від 315 до 45 ° (Північний захід – Північний схід)	Від 45 до 90 ° (Північний схід – Схід)
<b>б</b> (III, IV)	Дуже теплий і жаркий клімат	Від 315 до 45 ° (Північний захід- Північний схід)	Від 90 до 279 ° (Схід - Захід)	Від 270 до 315 ° ( Захід – Північний захід)

**Таблиця А.6 – Коефіцієнти зміни швидкості вітру в різних умовах рельєфу**

Форми рельєфу	Швидкість вітру (м/с) на рівному місці на висоті 2 м	
	3–5	6–20
Відкрите рівне місце	1,0	1,0
<b>Відкриті узвишся (пагорби)</b>		
Вершини висотою, м: більше 50 м, менш 50 м	1,4–1,5 1,3–1,4	1,2–1,3 1,1–1,2
Навітряні схили крутістю 3- 10° верхня частина середня частина нижня частина	1,2–1,3 1–1,1 1	1,1–1,2 1–1,1 0,9–1
Паралельні вітру схили крутістю 3- 10° верхня частина середня частина нижня частина	1,1–1,2 0,9–1 0,8–0,9	1–1,1 0,8–0,9 0,7–0,8
Підвітряні схили стрімкістю 3- 10° верхня частина середня частина нижня частина	0,8–0,9 0,8–0,9 0,7–0,8	0,7–0,8 0,8–0,9 0,7–0,8
<b>Узвишся із плоскими вершинами й плоскими схилами</b>		
Вершини, верхні частини навітряних і підвітряних схилів крутістю 1– 3°	1,2–1,4	1,1–1,3
Середні й нижня частини навітряних і паралельних схилів крутістю 5–10°	1,1–1,2	1,1–1,2
Середні й нижня частини підвітряних і схилів крутістю 5–10°	0,7–0,9	0,8–0,9
<b>Долини, лощини, яри</b>		
Дно й нижня частина схилів долин, лощин, ярів: – ті що продуваються вітром; – ті що не продуваються вітром; – замкнені;	1,1–1,2 0,7–0,8 0,6 и менше	1,2–1,3 0,7–0,8 0,6 и менше
Середня й верхня частина схилів, долин, лощин, ярів: ті що продуваються вітром; ті що не продуваються вітром; замкнені;	1,2–1,3 0,8–0,9 0,6 и менше	1,1–1,2 0,8–0,9 0,6 и менше

**Таблиця А.7 – Оцінка території за вітровим режимом**

Загальна оцінка вітрового режиму	Ступень сприятливості форм рельєфу												
	Вершини й узвишся з плоскими вершинами і пологими схилами	Навітряні схили			Схили рівнобіжні вітрові			Підвітряні схили			Долини, лоцини, яруги		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	відкриті	сприятливі	
Райони з сильними швидкостями вітру (повторювальність швидкості більш 5 м/с понад 20 %)	Несприятливі <b>1</b>			Сприятливі <b>3</b>			Несприятливі <b>1</b>		Сприятливі <b>3</b>				
Райони з помірними швидкостями вітру (повторювальність швидкості 3-5 м/с понад 50 %, більш 5 м/с – менш 20%)	Несприятливі <b>1</b>			Помірковано сприятливі <b>2</b>			Сприятливі <b>3</b>			Помірковано сприятливі <b>2</b>			

**ДОДАТОК Б**  
**Таблиці для розділу «Світлотехніка»**

**Таблиця Б.1 – Вихідні данні для виконання світлотехнічного розрахунку**

Номер варіанта	Приміщення	Площина (Г, В), висота площини над підлогою	КПО $e_n$	Середньозважений коефіцієнт віддзеркалення $\rho$	$S$ (м <sup>2</sup> ) приміщення	$R$ (м) відстань поміж будівлями	$H$ (м) Висота протилежної будівлі	$h_1$ (м) висота від підлоги до верху вікна	Орієнтація будівлі за сторонами світу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Проектний зал	Г- 0,8	2	0,5	80	10	30	2,5	ПнСх
2	Читальний зал	Г- 0,8	1	0,4	120	–	–	4	Сх
3	Конференц-зал	Г- 0,8	0,5	0,5	500	–	–	4	ПнЗх
4	Класна кімната (загальноосвітня школа)	Г – 0,8 на робочих столах та партах	1,5	0,5	40	–	–	2,8	Сх
5	Виставковий зал	В – експозиція Г – 0,8	-	0,3	600	–	–	5	Пн
6	Обідній зал	Г – 0,8	0,5	0,5	100	–	–	2,8	Пд
7	Торгівельний зал магазину	Г – 0,8	0,5	0,4	400	20	21	3,3	ПнСх
8	Кабінет лікаря	Г – 0,8	1	0,5	20	–	–	2,5	ПнЗх
9	Рекреація	Підлога	-	0,5	40	–	–	2,5	Пн
10	Лекційна аудиторія у ВНЗ і	В – на середині дошки Г – 0,8 на робочих столах	1,5	0,4	300	50	21	3	ПнЗх
11	Клас рисунку	В – на середині дошки Г – 0,8 на робочих столах	2	0,4	100	–	–	2,8	Сх
12	Критий басейн	Г – на поверхні води	1	0,3	400	15	36	5	ПнЗх
13	Лабораторія неорганічної хімії	Г – 0,8	1,5	0,5	60	20	21	2,5	Пн

Продовження таблиці Б.1									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	Редакційний відділ	Г – 0,8	2	0,3	30	–	–	2,5	ПнСх
15	Пошивний цех	Г – 0,8	1,5	0,4	300	–	–	2,5	ПнЗх
16	Приміщення операційної	Г -0,8	1,5	0,5	60	–	–	2,8	ПнЗх
17	Перукарня	Г – 0,8	1	0,3	40	–	–	2,5	Сх
18	Макетна майстерня	Г – 0,8	1,5	0,3	50	–	–	2,5	Пд
19	Зал засідань	Г -0,8	0,5	0,4	400	10	36	3,0	ПнЗх
20	Конструкторське бюро	Г -0,8	1,5	0,4	100	–	–	2,8	Зх
21	Готельний номер	Г – 0,8	0,5	0,3	25	–	–	2,5	ПдСх
22	Приміщення хімічної чистки	Г -0,8	0,3	0,4	50	15	28	2,5	Сх
23	Ігротека дитячого дошкільного закладу	Г -0,5	1,5	0,5	40	–	–	2,5	ПдСх
24	Торгівельний зал книжкового магазину	Г -0,8	0,5	0,4	200	15	48	3	ПнСх
25	Гарячий цех ресторану	Г -0,8	1	0,5	150	25	21	3	ПнСх
26	Гімнастичний зал дитячого дошкільного закладу	Г -0,5	1,5	0,4	40	–	–	2,5	ПнЗх
27	Столярна майстерня	Г -0,8	1,5	0,3	50	10	36	2,5	Сх
28	Кабінет креслення	Г – 0,8 на робочих столах та партах	2	0,4	150	–	–	2,7	ПдСх
29	Кабінет по обробки тканин (шиття) середньої загальноосвітньої школи	Г -0,8	1,5	0,3	45	–	–	2,5	ПдСх
30	Майстерня по обробці металу	Г -0,8	1,5	0,3	80	15	28	2,6	Сх
31	Ізолятор для хворих дітей у дитячому будинку відпочинку санаторного типу	Г -0,8	1,5	0,4	30	–	–	2,5	ПдСх
32	Пральня	Г -0,8	0,3	0,4	180	–	–	2,6	ПнСх

## ДОДАТОК В

### Таблиці та рисунки для розділу «Світлотехніка»

**Таблиця В.1 – Значення коефіцієнту світлового клімату  $m$**

Світлокліматичний район	Значення $m$ для світлопрорезів								
	Вертикальних, орієнтованих на:								Орієнтованих на зеніт
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	
I	0,95	0,98	1,02	1,04	1,05	1,04	1,02	0,98	1,01
II	1,00	1,04	1,09	1,11	1,12	1,12	1,10	1,04	1,08
III	1,06	1,11	1,18	1,22	1,24	1,22	1,19	1,12	1,16
IV	1,15	1,21	1,29	1,32	1,33	1,32	1,30	1,22	1,27

**Таблиця В.2 – Значення світлової характеристики  $\eta_v$  вікон при бічному освітленні**

Відношення довжини приміщення $ln$ до його глибини $B$	Значення $\eta_v$ при відношенні глибини приміщення $B$ до його висоти від рівня робочої поверхні до верху вікна $h_1$								
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10	
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5	
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14	
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17	
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23	
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29	
0,5	18	23	31	37	45	54	66		



Рисунок В.1 – Карта світлокліматичного районування території України

**Таблиця В.3 – Значення коефіцієнта  $K_b$**

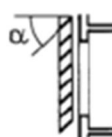
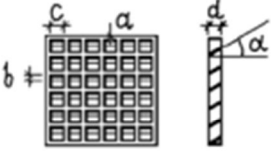


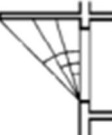
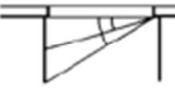
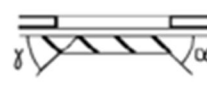
Відношення відстані між будинками ( $P$ ) до висоти $H_b$ розташування карнизу протилежного будинку над підвіконням приміщення що розраховується (див. рис. 1)	$K_b$
0,5	1,7
1	1,4
1,5	1,2
2	1,1

**Таблиця В.4 – Значення коефіцієнта  $\tau_l$**

Вид світлопрозорого матеріалу	Значення $\tau_l$
Скло безкольорове завтовшки, мм	
2,0	0,89
3,0	0,88
4,0	0,87
5,0	0,86
6,0	0,85
8,0	0,83
10	0,81
12	0,79
15	0,76
19	0,72
25	0,67
Скло листове візерункове	0,65
Скло сонцезахисне	0,65
Скло спектрально-селективне	0,75
Органічне скло:	
прозоре	0,9
молочне	0,6
Склоблоки:	
світлорозсіювальні	0,5
світлопроникні	0,55
Склопрофіліт:	
швелерного перерізу	0,8
коробчастого перерізу	0,65



Таблиця В.5 – Значення коефіцієнтів  $\tau_4$

№ схеми	Схема	Значення $\tau_4$	№ схеми	Схема	Значення $\tau_4$																																																																																																	
1	 <p>Горизонтальні жалюзі</p> <p><math>\alpha = 0^\circ</math> <math>\alpha = 45^\circ</math></p>	<p>0,75 0,35</p>	7	 <p>Стільниковіподібні</p>	Значення $\tau_4$																																																																																																	
						<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>\alpha</math></th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td><math>0^\circ</math></td><td>1</td><td>11</td><td>11</td><td>5</td><td>0,57</td></tr> <tr><td><math>30^\circ</math></td><td>1</td><td>8</td><td>37</td><td>5</td><td>0,61</td></tr> <tr><td><math>45^\circ</math></td><td>1</td><td>7</td><td>24</td><td>5</td><td>0,54</td></tr> <tr><td><math>15^\circ</math></td><td>1</td><td>9</td><td>37</td><td>7</td><td>0,62</td></tr> <tr><td><math>15^\circ</math></td><td>1</td><td>10</td><td>37</td><td>5</td><td>0,70</td></tr> <tr><td><math>45^\circ</math></td><td>1</td><td>7</td><td>37</td><td>5</td><td>0,55</td></tr> <tr><td><math>0^\circ</math></td><td>1</td><td>11</td><td>11</td><td>7</td><td>0,48</td></tr> <tr><td><math>30^\circ</math></td><td>1</td><td>8</td><td>37</td><td>7</td><td>0,54</td></tr> <tr><td><math>30^\circ</math></td><td>1</td><td>7</td><td>24</td><td>7</td><td>0,52</td></tr> <tr><td><math>45^\circ</math></td><td>1</td><td>5</td><td>37</td><td>7</td><td>0,45</td></tr> <tr><td><math>15^\circ</math></td><td>1</td><td>9</td><td>37</td><td>10</td><td>0,61</td></tr> <tr><td><math>30^\circ</math></td><td>1</td><td>6</td><td>37</td><td>10</td><td>0,50</td></tr> <tr><td><math>45^\circ</math></td><td>1</td><td>7</td><td>37</td><td>7</td><td>0,57</td></tr> <tr><td><math>15^\circ</math></td><td>1</td><td>10</td><td>37</td><td>10</td><td>0,56</td></tr> <tr><td><math>15^\circ</math></td><td>1</td><td>9</td><td>24</td><td>10</td><td>0,49</td></tr> <tr><td><math>45^\circ</math></td><td>1</td><td>2</td><td>37</td><td>10</td><td>0,32</td></tr> </tbody> </table>	$\alpha$	a	b	c	d		$0^\circ$	1	11	11	5	0,57	$30^\circ$	1	8	37	5	0,61	$45^\circ$	1	7	24	5	0,54	$15^\circ$	1	9	37	7	0,62	$15^\circ$	1	10	37	5	0,70	$45^\circ$	1	7	37	5	0,55	$0^\circ$	1	11	11	7	0,48	$30^\circ$	1	8	37	7	0,54	$30^\circ$	1	7	24	7	0,52	$45^\circ$	1	5	37	7	0,45	$15^\circ$	1	9	37	10	0,61	$30^\circ$	1	6	37	10	0,50	$45^\circ$	1	7	37	7	0,57	$15^\circ$	1	10	37	10	0,56	$15^\circ$	1	9	24	10	0,49
$\alpha$	a	b	c	d																																																																																																		
$0^\circ$	1	11	11	5	0,57																																																																																																	
$30^\circ$	1	8	37	5	0,61																																																																																																	
$45^\circ$	1	7	24	5	0,54																																																																																																	
$15^\circ$	1	9	37	7	0,62																																																																																																	
$15^\circ$	1	10	37	5	0,70																																																																																																	
$45^\circ$	1	7	37	5	0,55																																																																																																	
$0^\circ$	1	11	11	7	0,48																																																																																																	
$30^\circ$	1	8	37	7	0,54																																																																																																	
$30^\circ$	1	7	24	7	0,52																																																																																																	
$45^\circ$	1	5	37	7	0,45																																																																																																	
$15^\circ$	1	9	37	10	0,61																																																																																																	
$30^\circ$	1	6	37	10	0,50																																																																																																	
$45^\circ$	1	7	37	7	0,57																																																																																																	
$15^\circ$	1	10	37	10	0,56																																																																																																	
$15^\circ$	1	9	24	10	0,49																																																																																																	
$45^\circ$	1	2	37	10	0,32																																																																																																	
2	 <p>Маркізи напівпрозорі</p> <p><math>\beta = 45^\circ</math></p>	0,4																																																																																																				
3	 <p>Козирок решітчастий</p> <p><math>\beta = 45^\circ</math> <math>\beta = 30^\circ</math> <math>\beta = 15^\circ</math></p>	0,65 0,82 0,95																																																																																																				
4	 <p>Козирок суцільний</p> <p><math>\beta = 45^\circ</math> <math>\beta = 30^\circ</math> <math>\beta = 15^\circ</math></p>	0,6 0,8 0,95																																																																																																				
5	 <p>Вертикальні екрани</p> <p><math>\gamma = 15^\circ</math> <math>\gamma = 30^\circ</math></p>	0,95 0,85																																																																																																				
6	 <p>Вертикальні жалюзі</p> <p><math>\gamma = 45^\circ, \alpha = 90^\circ</math> <math>\gamma = 45^\circ, \alpha = 45^\circ</math></p>	0,70 0,60																																																																																																				

**Таблиця В.6 – Значення коефіцієнта  $r_l$**

Відношення $V$ до висоти $h_l$ (див. примітку 1)	Відношення від розрахункової точки до $V$ (див. Примітку 2)	Значення $r_l$ при бічному освітленні								
		Середньозважений коефіцієнт відбиття $\rho_{cp}$ стелі, стін й підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення $ln$ до його глибини								
		0,5	1	2 та більше	0,5	1	2 та більше	0,5	1	2 та більше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
От 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
Більше 1,5 до 2,5	0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
Більше 2,5 до 3,5	1	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,4	2,2	1,55	1,9	1,7	1,4
0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5	
1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7	
Більше 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

Примітка 1. Відношення глибини приміщення  $V$  до висоти від рівня умовної робочої поверхні  $h_l$  до верху вікна.

Примітка 2: Відношення відстані від розрахункової точки до зовнішньої стіни до глибини приміщення  $V$ . (див. рис. 13)

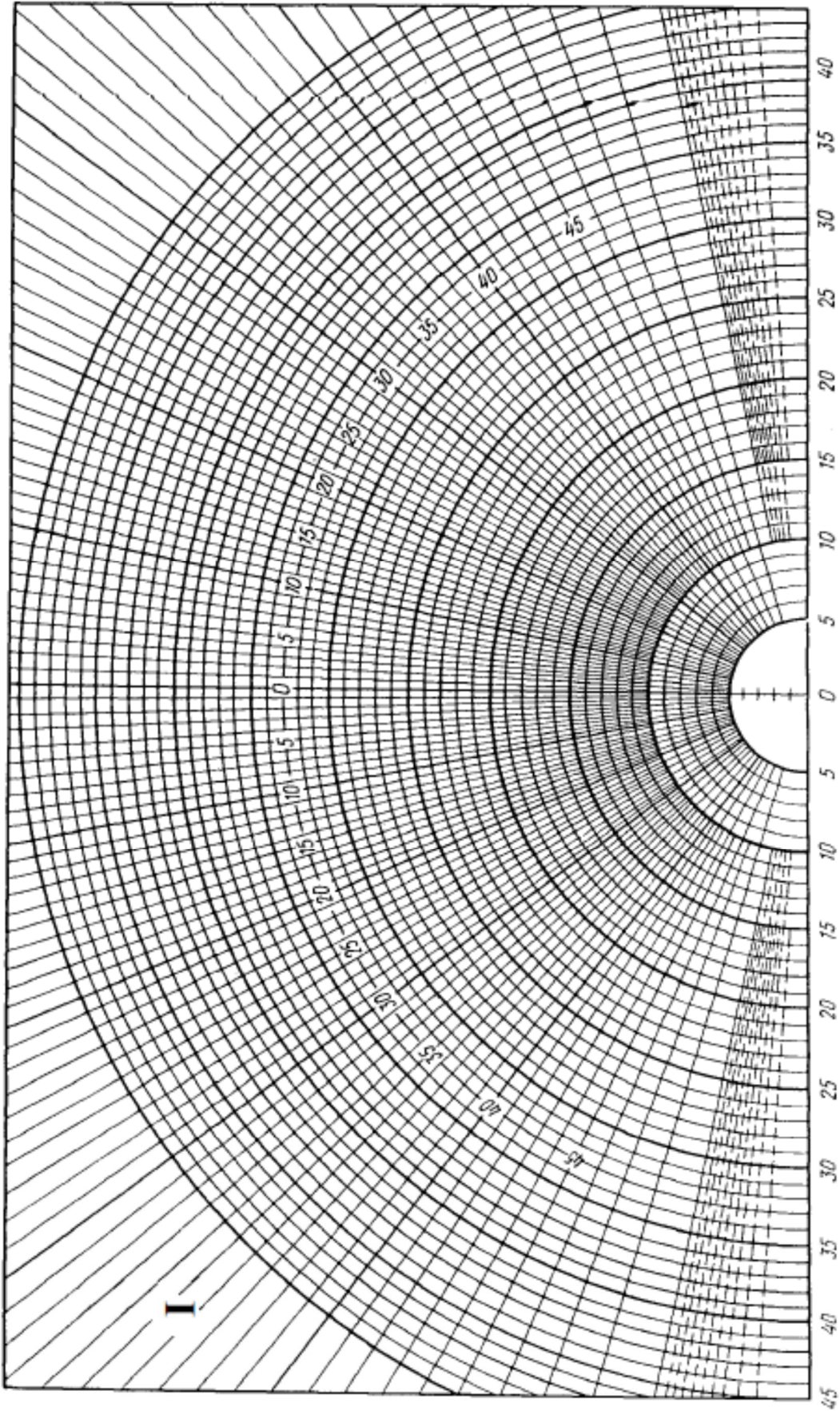


Рисунок В.2 – Графік І А.М. Данилюка



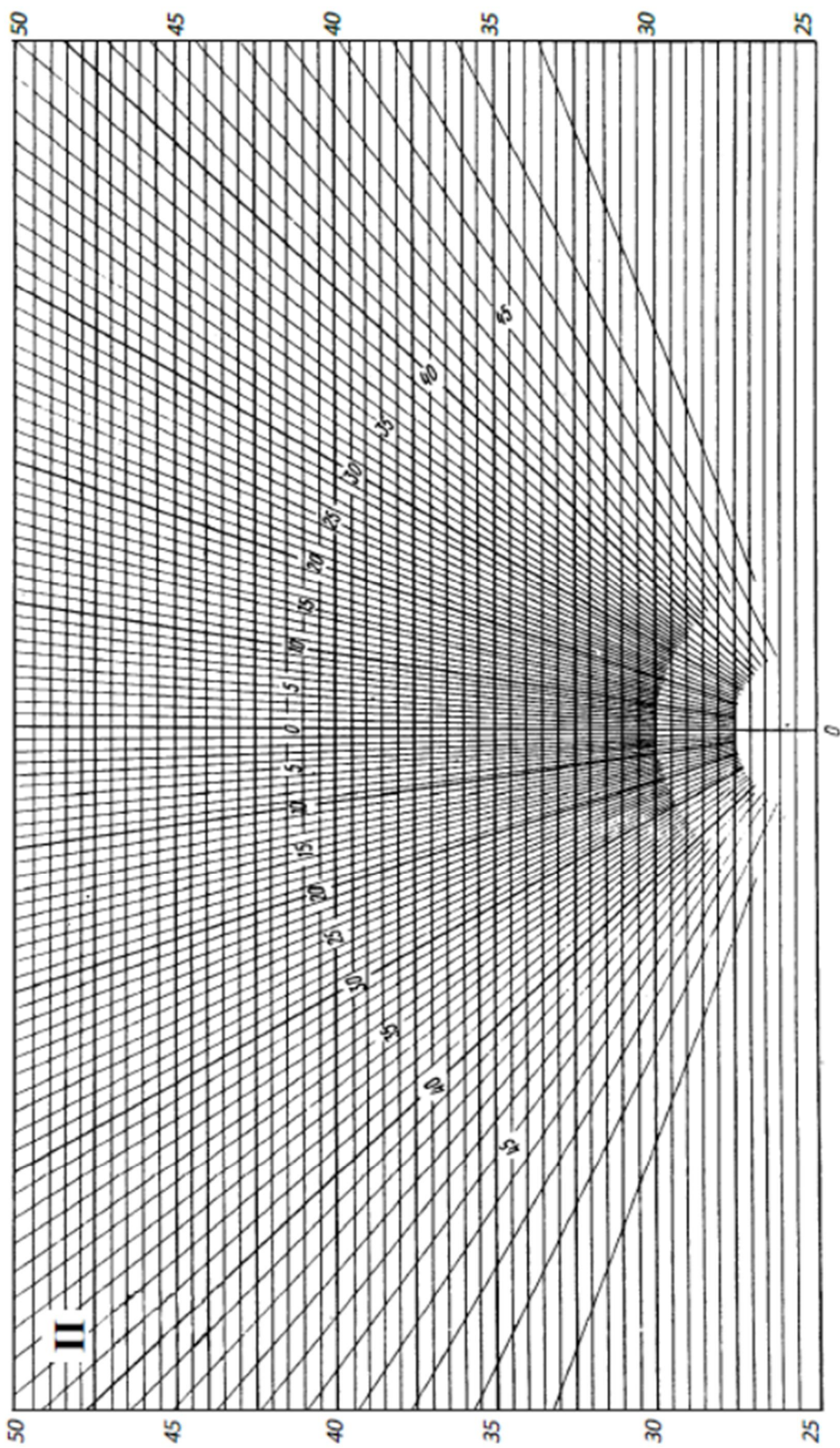


Рисунок В.3 – Графік II А.М. Данилюка

## ДОДАТОК Г

### Таблиці та схеми для розділу «Інсоляція територій»

**Таблиця Г.1 – Завдання на розрахунок інсоляції житлової забудови**

п/п №№	Широта	Варіант схеми забудови	Орієнтація
1	43°	<b>Варіант 1</b>	↑ С
2	54°		→ С
3	51°		↖ С
4	47°		← С
5	41°		↓ С
6	31°		↗ С
7	48°	<b>Варіант 2</b>	↑ С
8	30°		→ С
9	23°		↖ С
10	63°		← С
11	28°		↗ С
12	49°		↓ С
13	53°	<b>Варіант 3</b>	↗ С
14	44°		↖ С
15	64°		↑ С
16	45°		→ С
17	40°		↓ С
18	46°		← С
19	33°	<b>Варіант 4</b>	↑ С
20	35°		→ С
21	42°		← С
22	50°		↓ С
23	42°		↗ С
24	37°		↖ С
25	39°	<b>Варіант 5</b>	→ С
26	38°		↓ С
27	29°		← С
28	65°		↑ С
29	61°		↗ С
30	66°		↖ С

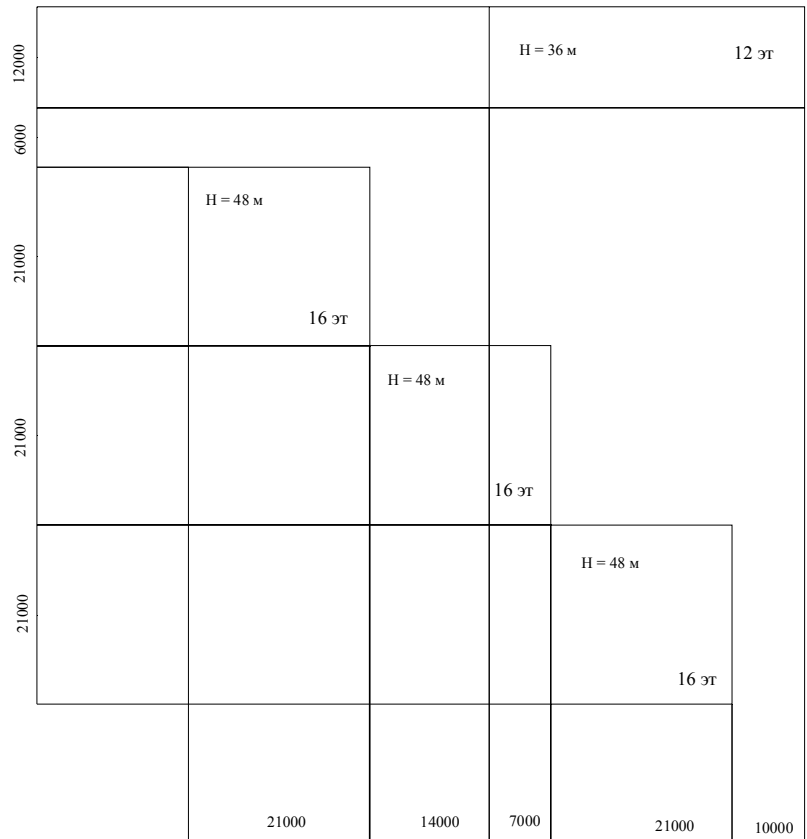
## Варіант 1

21000		H = 48 м			
25000			16 эт		
15000		H = 28 м			
21000		9 эт			H = 48 м
12000		H = 28 м	9 эт		16 эт
	12000	21000	15000	20000	21000

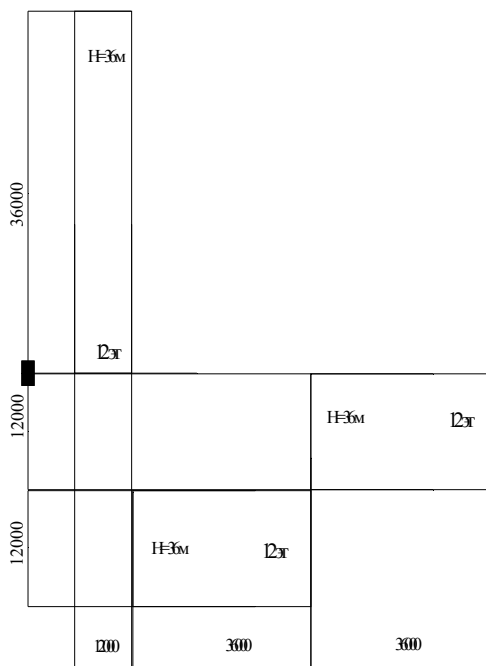
## Варіант 2

12000	9000	5000	15000	5000	9000	12000	
							2000
			H = 10 м				7000
			3 эт				2000
							2000
		H = 28 м			H = 28 м		36000
		9 эт			9 эт		

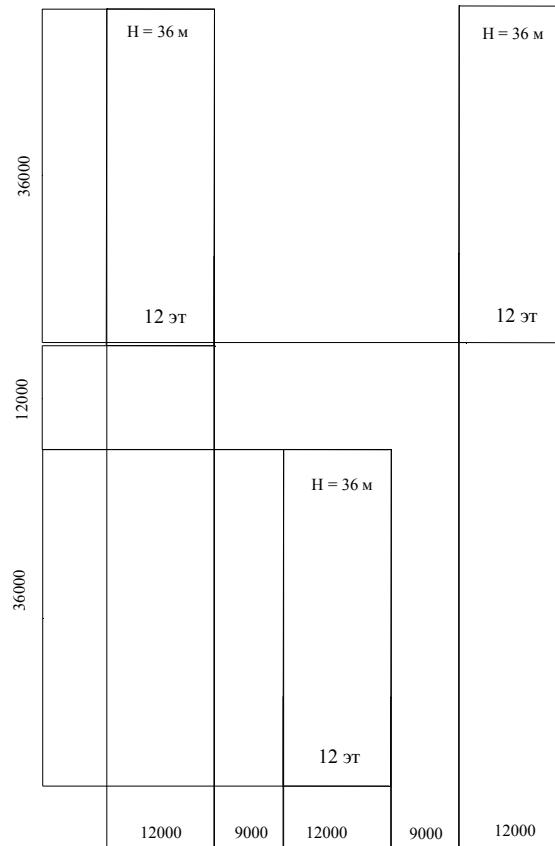
### Вариант 3



### Вариант 4



## Варіант 5



*Примітка:* Надані графічні схеми розраховані на 6 варіантів, але розбіжністю між варіантами є напрям північної орієнтації. Графічні схеми слід виконувати в масштабах 1: 1000 або 1: 500 на аркуші формату А-3.



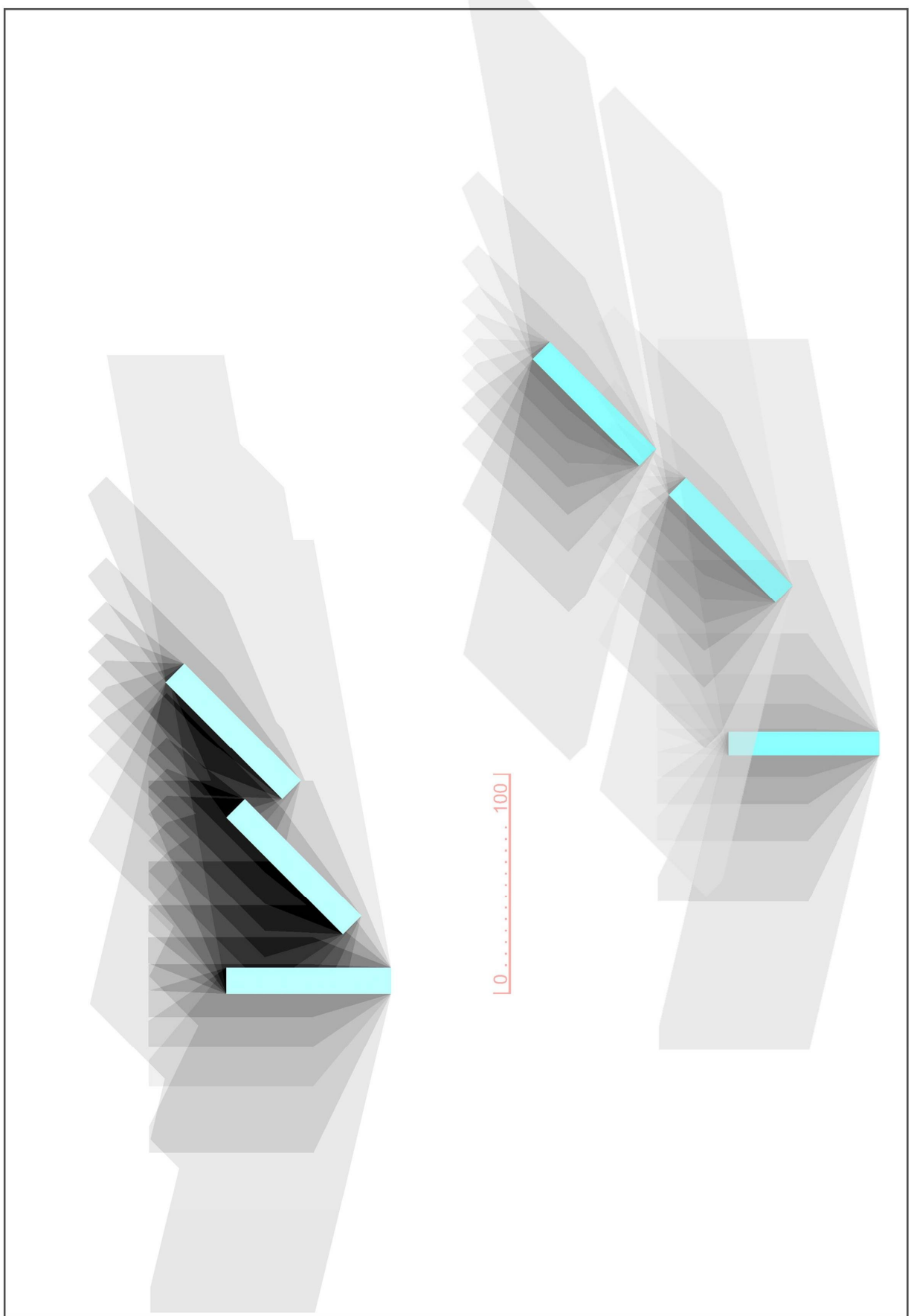


Рисунок Г.1 – Приклад для розділу Світлотехніка (Інсоляція територій)

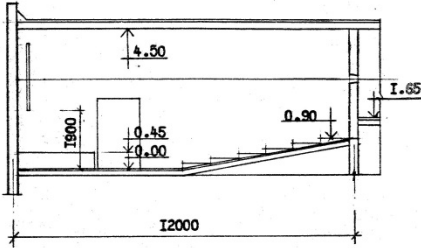
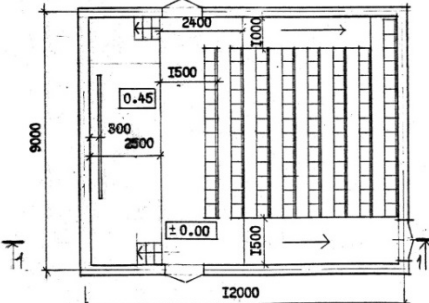
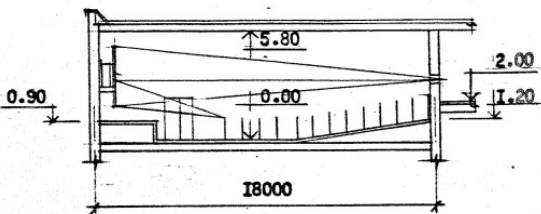
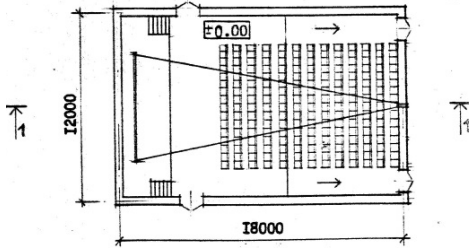
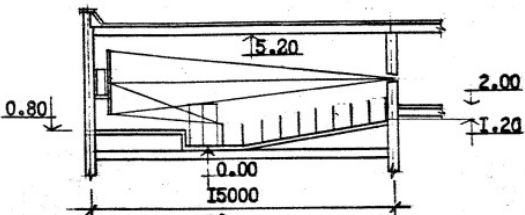
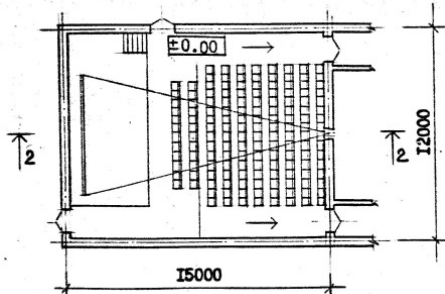
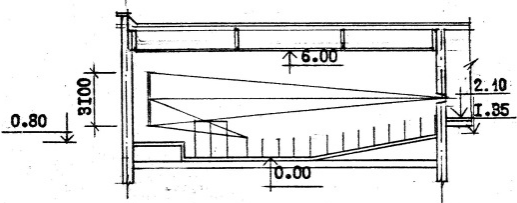
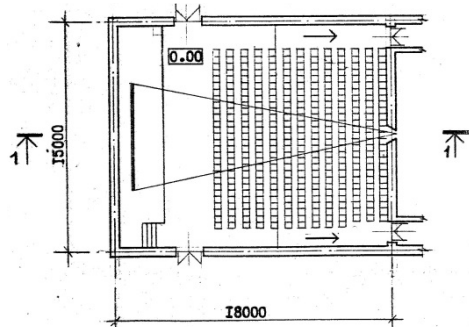
## ДОДАТОК Д

### Завдання для розділу «Акустика»

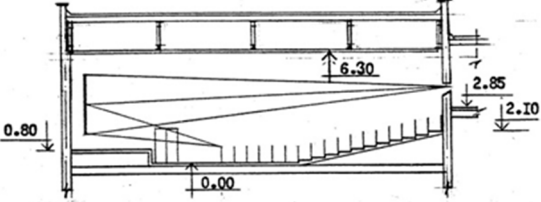
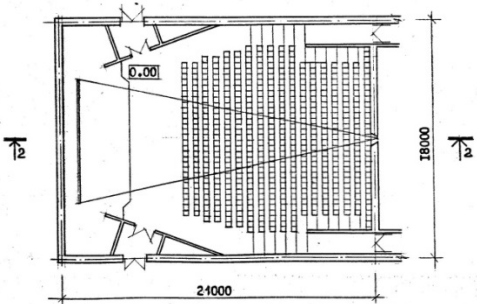
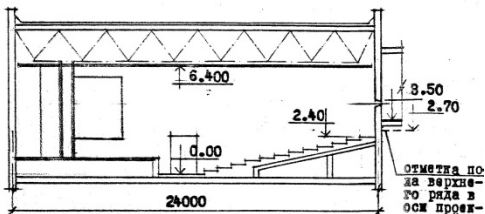
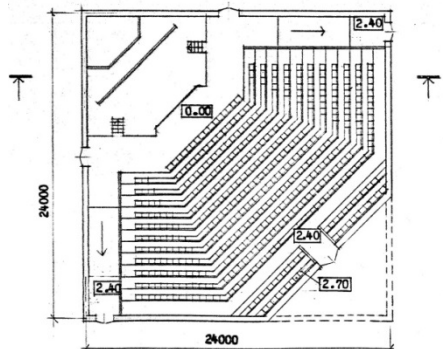
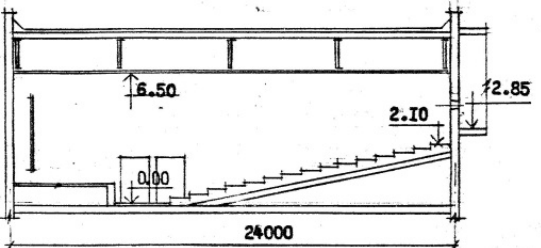
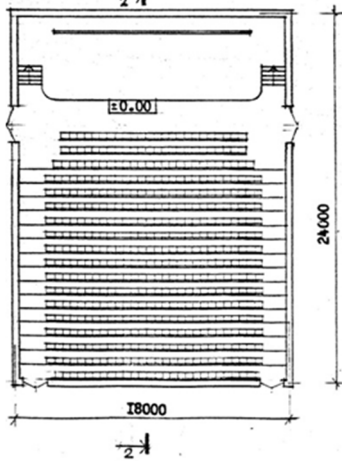
**Таблиця Д.1 – Варіанти та умови щодо виконання практичних завдань**

№№ варіанту	Кількість міст у залі	Форма естради	Характер стелі	Форма екрану	Процентна артикуляція при К4
1	200	–	угнута	плоский	К4 = 1,06
2	800	Сцена тип Б	угнута	угнута	К4 = 1,0
3	400	Естрада тип А	плоска	угнута	К4 = 1,0
4	650	Сцена тип А	плоска	угнута	К4 = 1,0
5	150	–	угнута	плоский	К4 = 1,06
6	300	Естрада тип А	угнута	плоский	К4 = 1,0
7	560	Естрада тип Б	плоска	угнута	К4 = 1,0
8	700	Сцена тип А	угнута	угнута	К4 = 1,0
9	250	–	угнута	плоский	К4 = 1,06
10	850	Сцена тип Б	угнута	угнута	К4 = 1,0
11	600	Естрада тип Б	плоска	угнута	К4 = 1,0
12	350	–	угнута	плоский	К4 = 1,0
13	750	Сцена тип А	угнута	угнута	К4 = 1,0
14	500	Естрада тип А	плоска	угнута	К4 = 1,0
15	320	–	угнута	плоский	К4 = 1,06
16	840	Сцена тип Б	угнута	угнута	К4 = 1,06
17	630	Естрада тип Б	угнута	угнута	К4 = 1,0
18	460	Естрада тип А	плоска	угнута	К4 = 1,0
19	250	–	угнута	плоский	К4 = 1,0
20	820	Сцена тип Б	угнута	угнута	К4 = 1,06
21	530	Естрада тип А	плоска	угнута	К4 = 1,0
22	720	Сцена тип А	плоска	угнута	К4 = 1,0
23	420	Естрада тип А	угнута	плоска	К4 = 1,0
24	680	Естрада тип Б	угнута	угнута	К4 = 1,0
25	380	Естрада тип А	угнута	плоский	К4 = 1,0
26	760	Сцена тип Б	плоска	угнута	К4 = 1,0
27	570	Естрада тип Б	угнута	угнута	К4 = 1,0
28	490	Естрада тип А	угнута	плоска	К4 = 1,0
29	780	Сцена тип Б	плоска	угнута	К4 = 1,0
30	280	–	угнута	плоский	К4 = 1,06

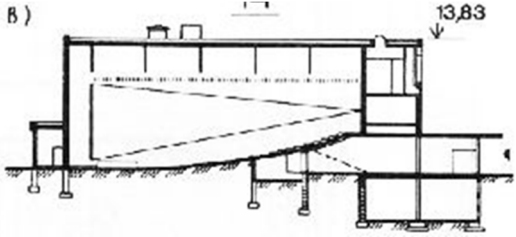
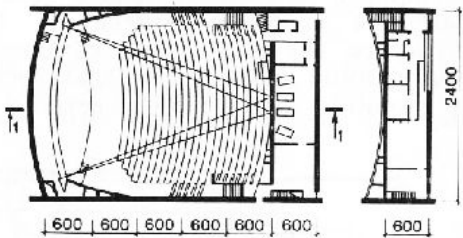
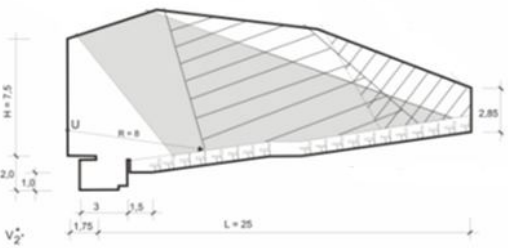
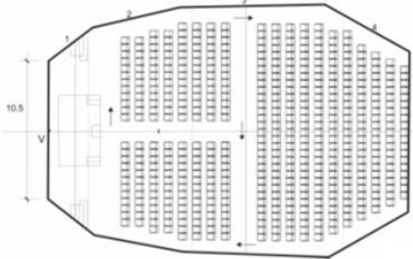
Таблиця Д.2 – Завдання для розділу «Акустика»

№ п/п	Схема розрізу	Схема плану	Місткість залу
1	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>
1	<p>Розріз 1-1</p> 	<p>План зали</p> 	<p>Зал на 100 місць</p>
2	<p>Розріз 1-1</p> 	<p>План зали</p> 	<p>Зал на 200 місць</p>
3	<p>Розріз 2-2</p> 	<p>План зали</p> 	<p>Зал на 150 місць</p>
4	<p>Розріз 1-1</p> 	<p>План зали</p> 	<p>Зал на 300 місць</p>

**Продовження таблиці Д.2**

1	2	3	4
5	<p style="text-align: center;">Розріз 1-1</p> 	<p style="text-align: center;">План зали</p> 	<p style="text-align: center;">Зал на 400 місць</p>
6	<p style="text-align: center;">Розріз 1-1</p> 	<p style="text-align: center;">План зали</p> 	<p style="text-align: center;">Зал на 500 місць</p>
7	<p style="text-align: center;">Розріз 1-1</p> 	<p style="text-align: center;">План зали</p> 	<p style="text-align: center;">Зал на 500 місць</p>

## Закінчення таблиці Д.2

1	2	3	4
8	<p style="text-align: center;">Розріз 1-1</p> 	<p style="text-align: center;">План зали</p> 	Зал на 600 місць
9	<p style="text-align: center;">Розріз 1-1</p> 	<p style="text-align: center;">План зали</p> 	Зал на 460 місць

*Виробничо-практичне видання*

**Методичні рекомендації**

до організації самостійної роботи, проведення практичних занять  
і виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни

**«БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА»**

*(для студентів денної форми навчання за спеціальністю  
191 – Архітектура та містобудування)*

Укладач **АПАТЕНКО** Тетяна Миколаївна

Відповідальний за випуск *О. М. Безлюбченко*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *Т. М. Апатенко*

План 2019, поз. 42М

Підп. до друку 08.08.2019. Формат 60 × 84/16

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 3,9

Тираж 50 пр. Зам №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.