

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичних занять, організації самостійної
та виконання розрахунково-графічної робіт
із навчальної дисципліни

«БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальності
191 – Архітектура та містобудування)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2024

Методичні рекомендації до проведення практичних занять, організації самостійної та виконання розрахунково-графічної робіт із навчальної дисципліни «Будівельна фізика» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 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, 2024. – 68 с.

Укладач ст. викл. Т. М. Апатенко

Рецензент

Е. А. Шишкін, кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою міського будівництва, протокол № 12 від 17.02.2024.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
I РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА.....	4
1 Вихідні дані.....	5
2 Практична робота № 1 Інженерно-кліматичні розрахунки.....	5
2.1 Сонячна радіація.....	5
2.2 Температурний режим території.....	7
2.3 Вологість повітря і опади.....	7
2.4 Вітровий режим території.....	8
3 Практична робота № 2 Архітектурний аналіз клімату	8
3.1 Визначення типів погоди й режимів експлуатації житла.....	8
3.2 Радіаційний режим.....	9
3.3 Вітровий режим території.....	9
3.4 Аналіз території місцевості за ухилами.....	11
3.5 Комплексний аналіз території.....	12
II ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	13
Практична робота № 3 Теплотехнічний розрахунок.....	14
Змістовий модуль 2 Світлотехніка і освітлення. Теоретичні передумови.....	16
Практична робота № 4 Світлотехнічний розрахунок	18
Практична робота № 5 Визначення коефіцієнта природного освітлення.....	19
Інсоляція приміщень та забудови. Теоретичні передумови.....	24
Практична робота № 6 Методи визначення інсоляції будинків і територій. (Побудова добового конверта тіней).....	25
Змістовий модуль 3 Акустика. Теоретичні передумови.....	31
Практична робота № 7 Моделювання залу для глядачів.....	33
Практична робота № 8 Розрахунок часу реверберації та артикуляції. Теоретичні передумови.....	34
III САМОСТІЙНА РОБОТА.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42
ДОДАТОК А Таблиці для розділу «Кліматологія».....	44
ДОДАТОК Б Таблиці для розділу «Світлотехніка».....	51
ДОДАТОК В Таблиці та рисунки для розділу «Світлотехніка».....	53
ДОДАТОК Г Таблиці та схеми для розділу «Світлотехніка. Інсоляція територій».....	59
ДОДАТОК Д Завдання для розділу «Акустика».....	64

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 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, що сприяє розтлумаченню формул для необхідних розрахунків, а також рекомендації щодо оформлення графічної частини завдань.

I РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

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

У методичних рекомендаціях подано порядок щодо виконання розрахунково-графічної роботи та закріплення знань, що одержали студенти під час вивчення розділу «Кліматологія» на лекціях та практичних заняттях. Під час розроблення РГР студенти набувають практичних навичок урахування природно-кліматичних факторів, під час формування архітектурно-планувальних рішень містобудівельних просторів, забудови, будинків та споруд.

Склад РГР

Розрахунково-графічна робота складається з двох основних частин:

А. Кліматичний паспорт, який містить:

- а) завдання на проєктування;
- 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 А3:

- 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».

Під час вивчення 1 модулю Кліматологія окрім виконання кліматичного паспорта передбачена низка практичних робіт, тема яких заявлена на початку кожного розділу.

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.

2 Практична робота № 1 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.

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).

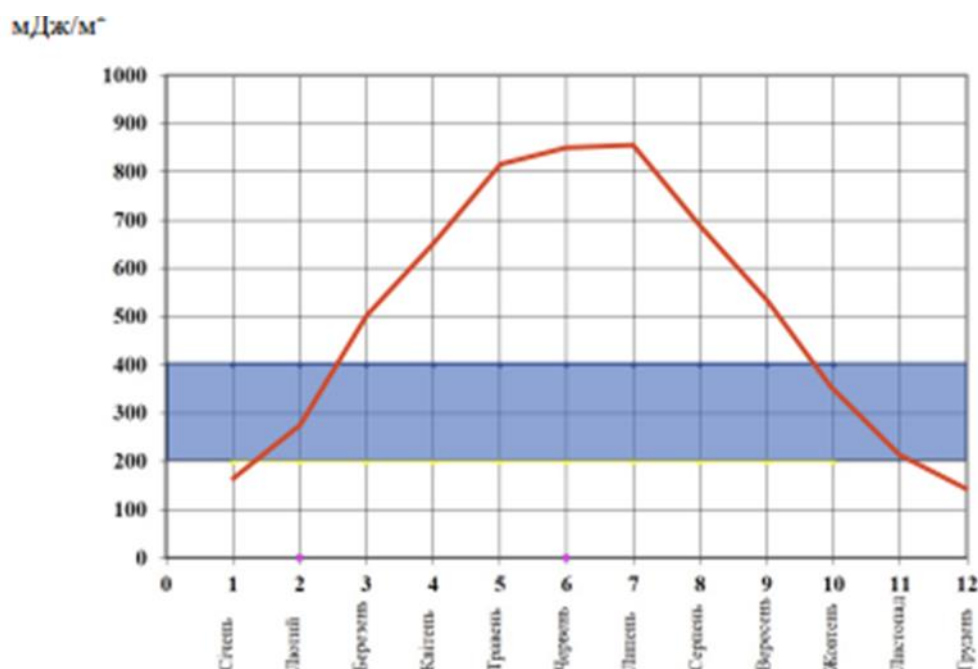


Рисунок 1 – Прихід сонячної радіації на горизонтальну поверхню за безхмарного неба

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/м²

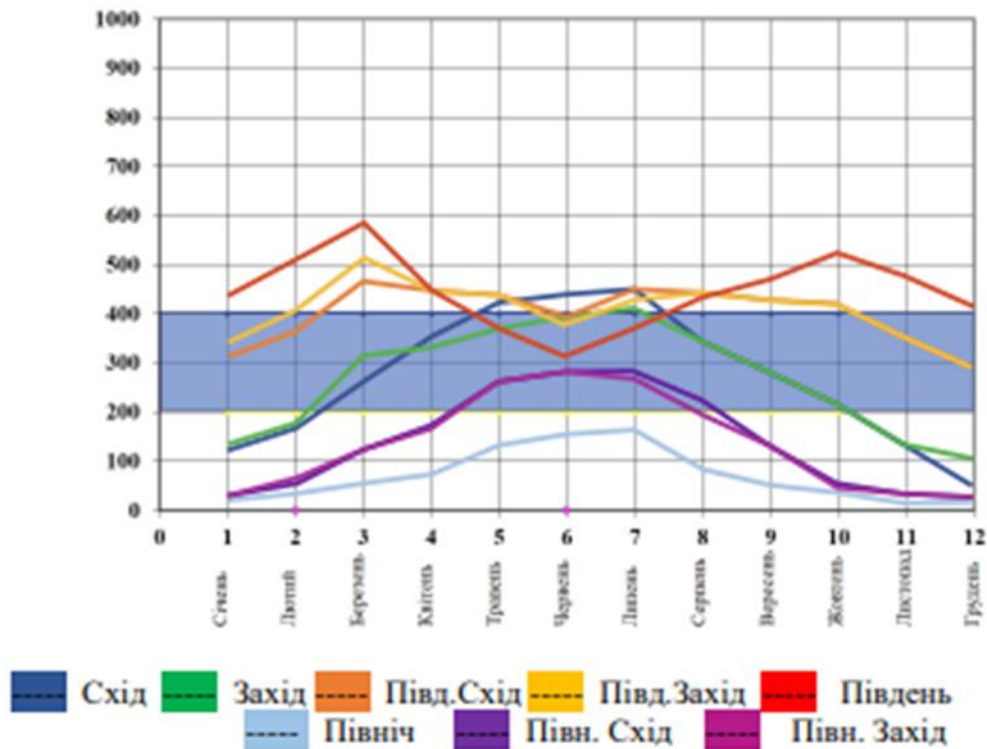


Рисунок 2 – Прихід сонячної радіації на вертикальні поверхні за безхмарного неба

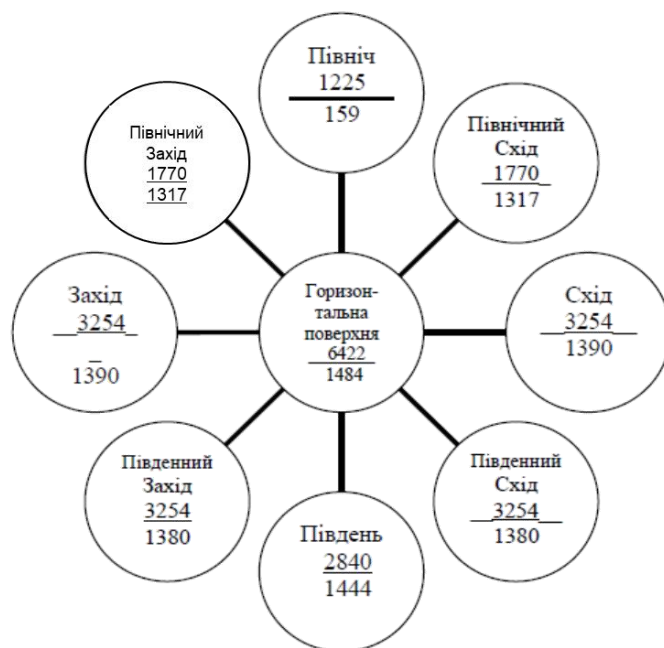


Рисунок 3 – Сума за добу прямої й розсіяної радіації на горизонтальну й вертикальні поверхні різної орієнтації в липні за ясного неба

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 таких показників: середньомісячної температури, абсолютного мінімуму й абсолютного максимуму температури, середньої температури найбільш жаркого і найбільш холодного місяця, температури найбільш холодної п'ятиденки і доби. Також у нижній частині графіка наводять тривалість і температуру опалювального періоду.

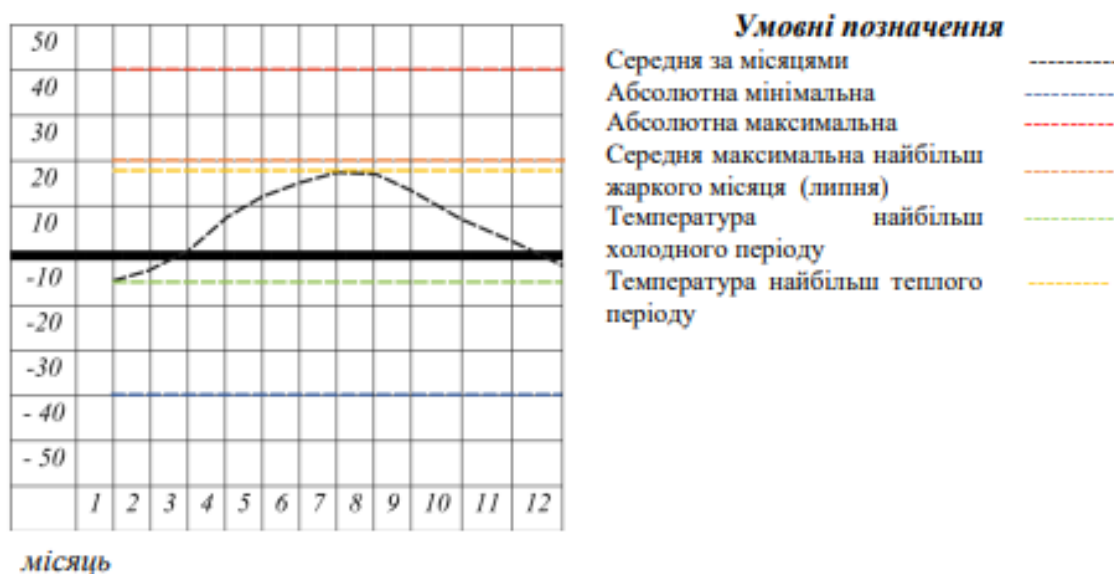


Рисунок 4 – Температурні характеристики

2.3 Вологість повітря і опади

У цьому підрозділі виписують табличні дані щодо відносної (позначка діапазону оптимальних значень 50–70 %) і абсолютної вологості повітря, а також помісячну кількість опадів. Всі дані попередньо мають бути зібрані до таблиці, їх також подають у вигляді графіків (рис. 5–6).

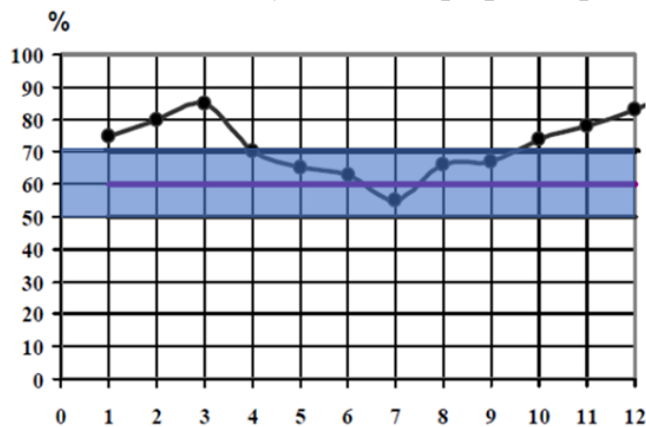


Рисунок 5 – Характеристика вологості (абсолютна вологість)

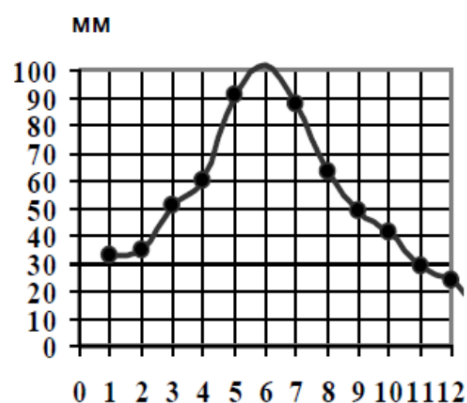


Рисунок 6 – Характеристика опадів

2.4 Вітровий режим території

У цьому підрозділі виписують дані з таблиць довідника основних характеристик вітру. Дані повторюваності вітру зображають у вигляді графічної діаграми – рози вітрів (рис. 7). У відсотках зазначена шкала повторюваності вітру й кількості штилів (у центрі).

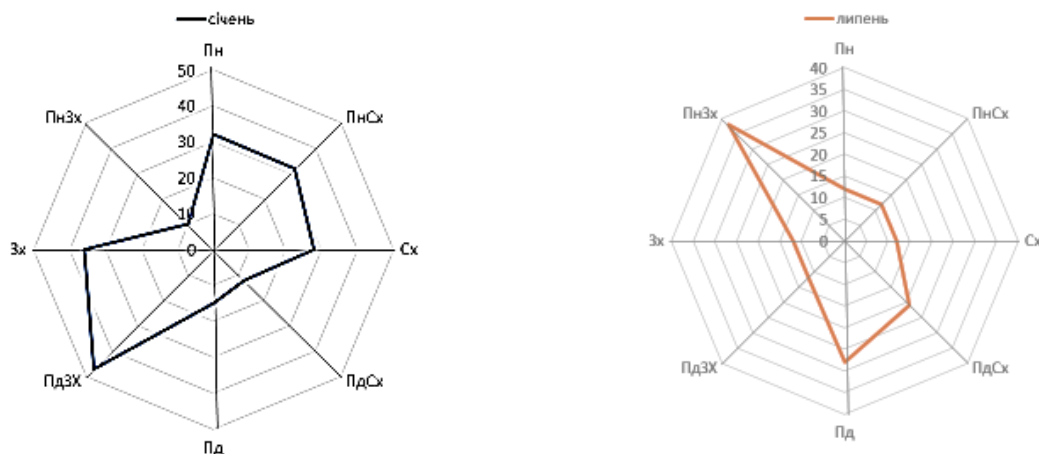


Рисунок 7 – Рози вітрів за повторюваністю

3 Практична робота № 2 Архітектурний аналіз клімату

У 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.

3.1 Визначення типів погоди й режимів експлуатації житла

Типи погоди визначають на основі таких елементів клімату: температура (середньомісячна); вологості повітря та вітру (середня швидкість вітру в теплий та холодний періоди). Означені дані зводять до таблиць, на їхній основі визначають тип погоди (дод. А табл. А.1). Варто 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 цьому місці за основними типами погоди в холодний і теплий періоди, а також короткі рекомендації з містобудівельних вимог (дод. А табл. А.2) наводять у текстовій частині кліматичного паспорту.

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 проєктування дозволяє створити умови для сприятливого й уникнути небажаного ефекту відповідними прийомами забудови, орієнтацією будинків (приміщень) щодо сторін горизонту, товщиною стін, розмірами світлових прорізів, улаштуванням виступних елементів будинку (карнизів, козирків), веранд, лоджій, сонцезахисних пристроїв тощо.

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 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. 8).

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 проєктують, мають складатися на гіпсометричній основі в масштабі 1 : 10 000 або 1 : 5 000. При цьому враховують такі морфологічні характеристики території, яку проєктують:

- 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° до напрямку вітру);
- підрозділ схилів на три частини – верхню, середню й нижню;
- донні частини долин, котловин, яруг, які продуваються або не продуваються вітром;

- плоскі вершини пагорбів;
- довжину ліній стоку повітря на гірському рельєфі.

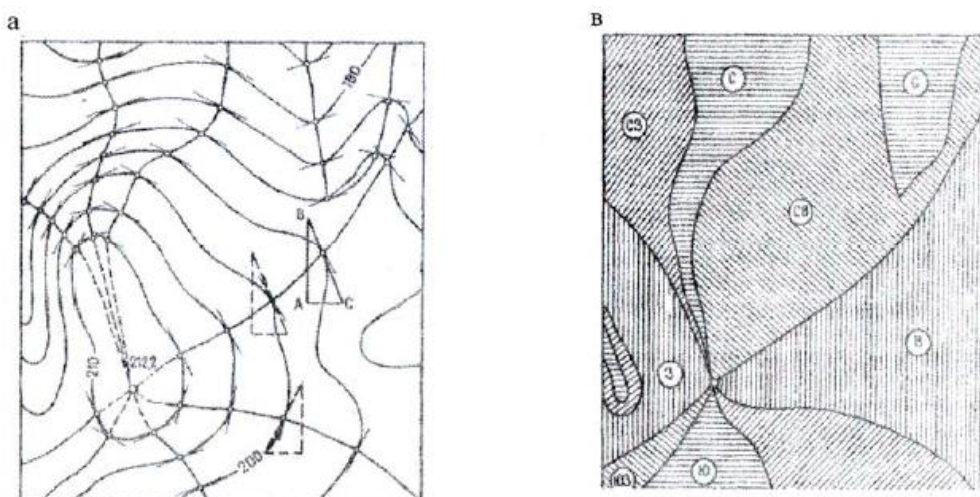


Рисунок 8 – Порядок побудови водорозділів пагорбів

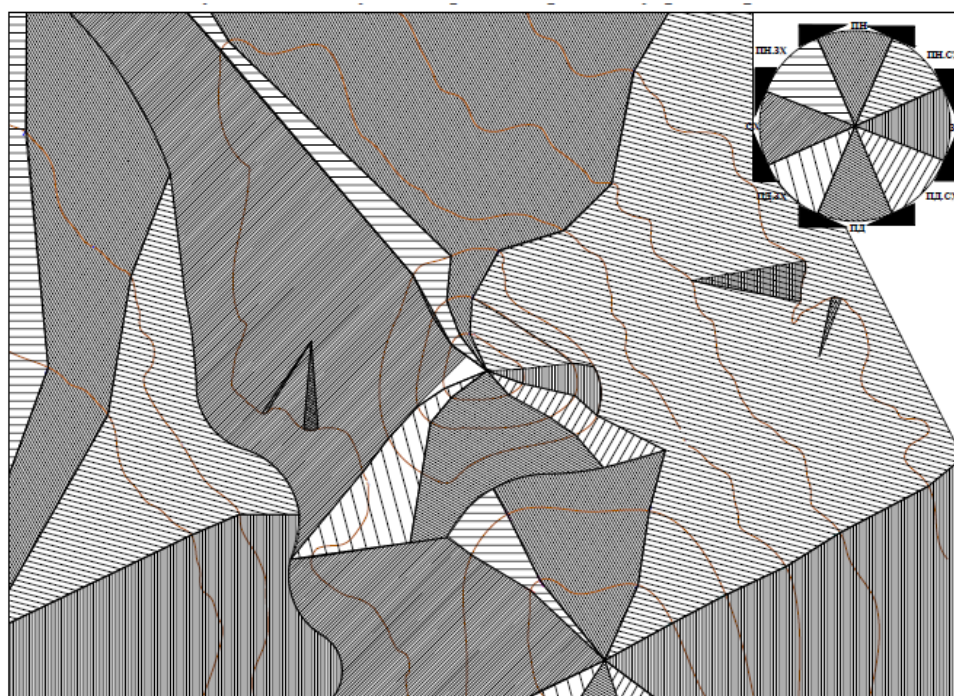


Рисунок 9 – Експозиція схилів за сторонами горизонту

Під час складання карти вітрового режиму за основу приймають дві схеми, які були виконані раніше, – аналізу розподілу схилів за експозиціями й аналізу кутів нахилу окремих ділянок території (рис. 9). 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 (1–3°, 3–10°), відповідно до градацій, які приймають згідно з таблицями.

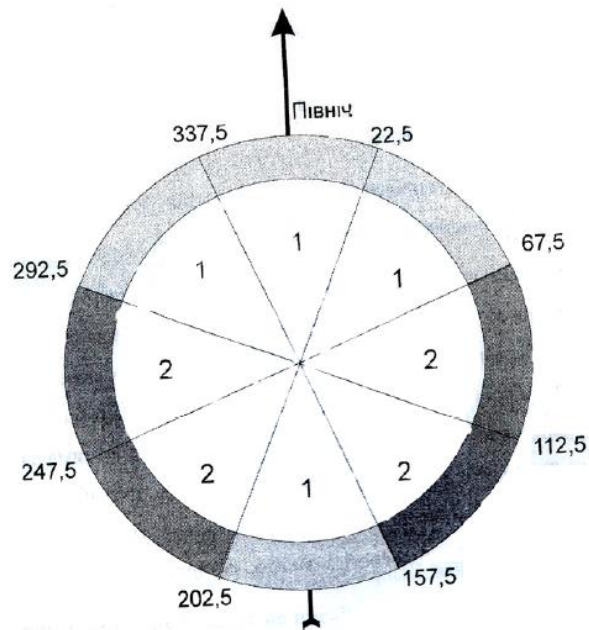


Рисунок 10 – Оцінка вітрового режиму території

Характеристика вітрового режиму території, яку аналізують, подана розами вітрів для найбільш холодного (січень) місяця року (рис. 10). Насамперед, необхідно враховувати найбільш несприятливі сполучення швидкості і повторюваності вітру одного напрямку, що характерні для найбільш дискомфортного періоду року (у більшості районів нашої країни таким є зимовий період).

3.4 Аналіз території місцевості за ухилами

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

Плани в горизонталях слугують підосною для проєктування 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. Проте 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 відсотках ухилу в напрямку, яке є нормальним до горизонталі;

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

в) присутність і розташування тальвегів і водорозділів у межах дослідницької території.

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

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

3.5 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. 11), а також позначити на графічній схемі (план місцевості).

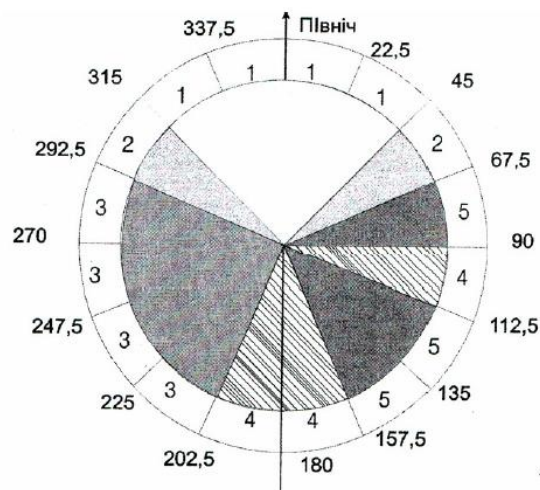


Рисунок 11 – Діаграма комплексної оцінки території

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.

II ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Виконання практичних завдань та завдань до самостійної роботи сприяє закріпленню знань, одержаних студентами під час вивчення курсу на лекціях та практичних заняттях. Під час розроблення 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.

Таблиця 1 – Теми практичних занять

Ч.ч.	Тема	Зміст (план)	Примітки
Змістовий модуль 1 Кліматологія та теплофізика			
1	Інженерно-кліматичні розрахунки	1. Радіаційний режим території. 2. Температурний режим території. 3. Оцінка вологості повітря і опадів. 4. Вітровий режим території	Практична робота № 1 (РГР)
2	Архітектурний аналіз клімату	1. Визначення типів погоди і режимів експлуатації житла. 2. Опромінення сонячною радіацією. 3. Оцінка вітрового режиму території. 4. Комплексна оцінка території	Практична робота № 2 (РГР)
3	Теплотехнічний розрахунок	1. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін для зимових умов. 2. Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін для літніх умов	Практична робота № 3
Змістовий модуль 2 Світлотехніка і освітлення			
4	Світлотехнічний розрахунок	1. Визначення площі світлових прорізів при влаштуванні однобічного освітлення. 2. Розміщення віконних прорізів при однобічному освітленні	Практична робота № 4
5	Визначення коефіцієнта природного освітлення	1. Застосування методів визначення коефіцієнта природного освітлення. 2. Підтвердження можливості використання приміщення за призначенням з погляду нормування природного освітлення	Практична робота № 5
6	Методи визначення інсоляції будинків і територій	1. Побудова інсоляційного транспортиру. 2. Побудова добового конверта тіней. 3. Визначення інсоляції приміщень	Практична робота № 6
Змістовий модуль 3 Акустика			
7	Моделювання зали для глядачів	1. Розрахунок параметрів зали для глядачів. 2. Проектування зали для глядачів	Практична робота № 7
8	Акустичні розрахунки залів для глядачів	1. Розрахунок часу реверберації. 2. Визначення артикуляції мови	Практична робота № 8

Практична робота № 3 Теплотехнічний розрахунок

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій на зимові умови

Завдання теплозахисту будівель такі:

- забезпечення комфортної температури повітря в приміщеннях (оптимально 20–22 °С):

- забезпечення необхідної температури внутрішніх поверхонь, огорожувальних приміщень: стіни – мінімум 16–18 ° С (якщо температура нижча, то з’являється відчуття протягу біля стін, на стінах можливе випадання конденсату); підлоги – оптимально 22–24 °С;

- накопичення тепла в огорожувальних конструкціях (теплова інерція). Швидкий нагрів і швидке охолодження приміщень під впливом сонячного тепла є негативною якістю («барачний мікроклімат»);

- забезпечення нормальної відносної вологості повітря в приміщенні (50 – 60 %); менше 40 % – сухість слизової оболонки, більше 60 % – парниковий мікроклімат;

- обмеження руху повітря: максимально – 0,2 м/с, більше 0,2 м/с – виникає відчуття протягу.

Теплотехнічний розрахунок на зимові умови здійснюється для умов сталого потоку тепла через огорожу. Наприклад, це відбувається за наявності центрального опалення в будівлі і при сталій холодній погоді з незначними коливаннями температури. Водночас тепловий потік направлений з приміщення назовні. Огорожа вважається однорідною, якщо виконана з одного матеріалу, і шаруватою, якщо складається з шарів, розташованих паралельно зовнішнім площинам огорожі, виконаним з різних матеріалів. У стаціонарних умовах теплопередачі кількість теплоти Q (Дж), що проходить крізь огорожувальну конструкцію площею F (м²) і товщиною δ (м), може бути визначене на основі закону Фур’є (рис. 12):

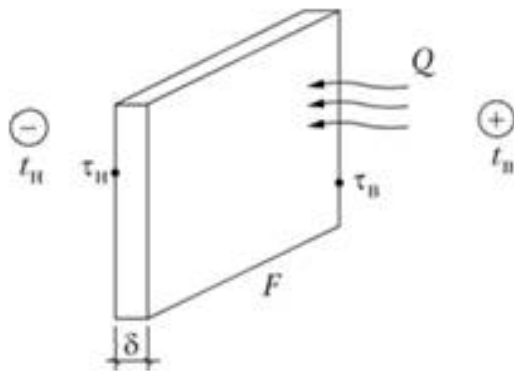


Рисунок 12 – До визначення кількості теплоти, що проходить через захисну конструкцію

Згідно з ДБН В.2.6-31-2006 (Конструкції будинків і споруд) мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлового будинку для III температурної зони для зовнішніх стін – 2,2 (мС/Вт).

Обчислюємо опори тепловіддавання і сприйняття теплоти на поверхнях огороження, мС/Вт:

$$R_1 = \frac{1}{\alpha_1}, \text{ (м}^2 \text{ C)/Вт} \quad (1)$$

$$R_{зОВ} = \frac{1}{\alpha_{зОВ}}, \text{ (м}^2 \text{ C)/Вт} \quad (2)$$

де α_1 – коефіцієнт сприйняття теплоти внутрішньою поверхнею огороження;

$\alpha_{зОВ}$ – коефіцієнт тепловіддавання на зовнішніх поверхнях огороження для зимових умов, прийнятий за додатком А [ДСТУ Б В.2.6-189:2013].

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} \quad (3)$$

де δ_1 – товщини, м;

λ_1 – коефіцієнти теплопровідності конструктивних шарів огороження, Вт/(м · °С).

Визначаємо термічний опір окремих шарів огороження, крім шару утеплювача, м С/Вт, відповідно до кількості шарів.

Тому що, $R_0^H < R_{норм}$

$$R_{норм} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n + R_{зОВ} \text{ (м}^2 \text{ °С)/Вт}. \quad (4)$$

Необхідну товщину утеплювача $\delta_3 = \delta_{УТ}$ визначаємо за формулою:

$$\delta_3 = R \cdot \lambda_3 \cdot \text{м}. \quad (5)$$

Варто прийняти певний тип шару утеплювача та визначити його ширину, де λ_3 – коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача, Вт/(м · °С.)

Далі визначають термічний опір конструкції за формулою 4 (м² · °С)/Вт).

Різниця між температурами у приміщенні та на внутрішній поверхні огороження визначається за формулою:

$$\Delta t = \frac{(t_{вн} \cdot t_{зОВ})}{R_0} R_{зОВ} \text{ (}^\circ\text{C)}. \quad (6)$$

Визначаємо значення $\Delta t_{норм}$ для стіни, зробити висновки щодо можливості виконання умови: $\Delta t < \Delta t_{норм}$ у додатку А (ДСТУ Б В.2.6-189:2013).

Значення основних коефіцієнтів для виконання теплотехнічного розрахунок зовнішньої стіни обирати з додатків А–В ДСТУ Б В.2.6-189:2013.

Змістовий модуль 2 Світлотехніка і освітлення.

Теоретичні передумови

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

Оптимальний світловий режим досягається таким шляхом:

а) правильного обліку світлового клімату географічного місця (де передбачається будівництво проєктованого об'єкта);

б) правильного вибору розмірів, форми і колірної обробки приміщення, розташування світлових прорізів;

в) 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 переважно характером і точністю зорової роботи. У приміщеннях громадського призначення рівень освітленості визначається здебільшого 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 щодо створення 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.

Під час проєктування будинку архітектор вибирає систему природного освітлення. Тип, форму вікон, ліхтарів, їхню конструкцію, обробку приміщення. На підставі цих вихідних даних визначаються розміри вікон і ліхтарів, що забезпечують **нормовані значення КПО**: середнє – при верхньому освітленні і мінімальне – при бічному.

Далі розрахунок природного освітлення зводиться до такого: визначення значень КПО у ряді точок, що знаходяться на робочій поверхні за допомогою: характерних розрізів приміщення; побудови кривих, що характеризують розподіл світла в приміщенні.

Для виконання практичних робіт № 4–5 необхідно використовувати додаток Б (таблиці Б.1 – вихідні дані до виконання практичного завдання та таблиці Б.2–Б.7.

Підрозділення приміщень за завданнями зорової роботи

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

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

Група VI – приміщення, у яких відбувається загальне 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 світлових прорізів, джерел світла та світильників, а також зниження віддзеркалених властивостей поверхонь приміщень.

Характерний розріз приміщення – поперечний розріз посередині приміщення, площа якого перпендикулярна до площини скління світлових прорізів (за бічного освітлення) 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).

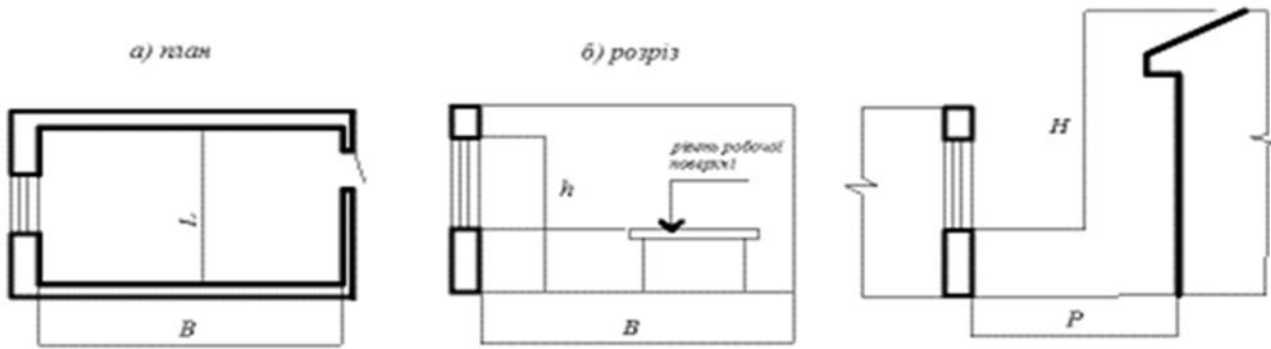


Рисунок 13 – Характерні розріз та план для світлотехнічного розрахунку

Практична робота № 5 Визначення коефіцієнта природного освітлення

Розрахунок КПО в розрахунковій точці від кожного світлового прорізу варто виконувати:

а) за бічного освітлення за формулою (4):

$$e_p^6 = \left(\sum_{i=1}^I \varepsilon_{нб_i} q_i m + \sum_{j=1}^J \varepsilon_{бюд_j} R_j m_j \right) r_1 \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (10)$$

де ε_n та $\varepsilon_{бюд}$ – геометричні КПО в розрахунковій точці, що враховують відповідно пряме світло від i -ї ділянки неба та світло, відбите від j -го фасаду протилежних будинків, що визначаються за формулою (10);

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

$$q_1 = \frac{3}{7} (1 + 2 \sin \theta), \quad (11)$$

де θ – кутова висота центра i -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 світлового прорізу та j -го будинку, що визначаються за таблицею 1;

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

r_1, τ_0, K_3 – те саме, що відповідає формулам (7, 8, 9) у практичній роботі № 4;

N – кількість розрахункових точок по характерному розрізу приміщення.

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

$$e = e_1 + e_2 + \dots + e_K, \quad (12),$$

де K – кількість світлових прорізів у приміщенні.

$e_1; e_2; e_3; \dots e_N$ – значення КПО в точках характерного розрізу приміщення, що визначаються за формулою (12).

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

Геометричні коефіцієнти в розрахунковій точці визначаються за допомогою графіків I і II (додатки В.1 і В.2) так:

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

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

За горизонтальної робочої поверхні і прямокутному світловому прорізі ε визначається в такому порядку (рис. 14):

а) графік I накладається на розріз приміщення так, 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 світловий проріз за графіком I;

в) через центр світлового прорізу – точку C проводиться горизонтальна площина, що перетинає застосування світлового прорізу по відрітку MK і проєктується 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 так, 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 світловий проріз за графіком II (це промені, що перетинають відрізок M_1K_1);

ж) за формулою 13 визначається геометричний коефіцієнт природної освітленості від світлового прорізу:

$$\varepsilon = 0,01 \cdot n_1 n_2. \quad (13)$$

Коефіцієнт R , що враховує відносну яскравість фасаду протилежного будинку, визначається за формулою 14:

$$R = (0,396 - 0,01 \cdot \varepsilon_{np} q) \rho_{\phi}, \quad (14)$$

де ε_{np} – геометричний КПО центра ваги ділянки фасаду протилежного будинку, яка спостерігається з розрахункової точки через світловий проріз, від частини неба, що затінюється будинком, у якому розраховується освітленість;

q – відносна яскравість частини неба, від якої розраховується ε_{np} ;

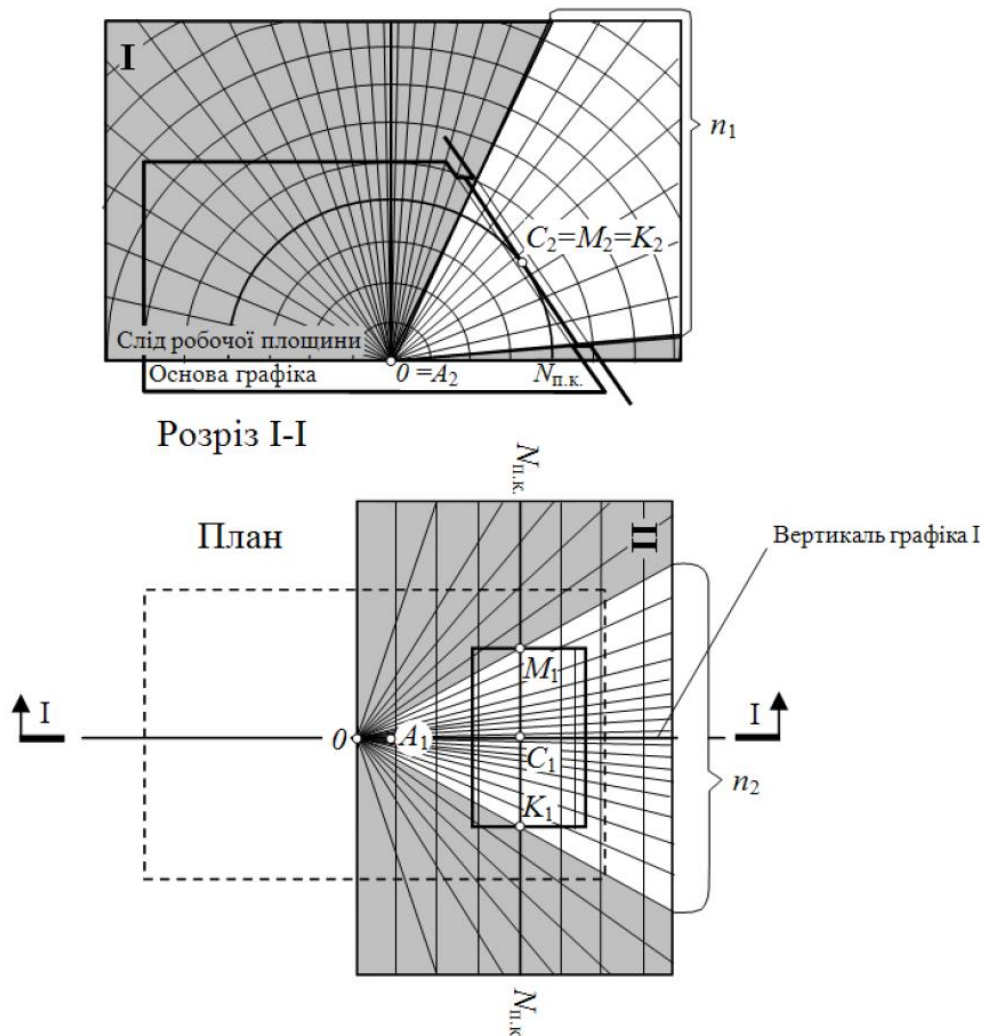


Рисунок 14 – Визначення кількості променів n_1 і n_2 , що проходять через світловий проріз за графіками I і II А. М. Данилюка (дод. В рис. В.1, В.2) в горизонтальній робочій площині

ρ_ϕ – середньозважений коефіцієнт відбивання ділянки фасаду протилежного будинку, видимої з розрахункової точки, що визначається за формулою (15);

$$\rho_\phi = \frac{\rho_M \cdot S_M + \rho_B \cdot S_B}{S_M + S_B}, \quad (15)$$

де ρ_M – коефіцієнт відбивання матеріалу обробки фасаду і коефіцієнт відбивання засклених прорізів фасаду з урахуванням рам відповідно до таблиці 2;

ρ_B – коефіцієнт відбивання засклених прорізів фасаду з урахуванням рам.

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

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

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів відбивання матеріалу обробки фасаду ρ_M

Матеріали поверхні або колір фасаду	Середньозважений коефіцієнт відбивання матеріалу поверхні
Білий: атмосферні фарби, гіпс, керамічна плитка, матовий алюміній, нержавіюча сталь тощо	0,7
Світлий: фарби, мрамур, 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
Темний: фарби, мрамур, граніт, глиняна цегла, декоративні штукатурки і керамічні плитки, потемніле дерево, мідь, листя дерев тощо	0,3
Чорний: фарби, камінь (габро, лабрадорит, діорит, базальт, граніт), чавун, платинова бронза, декоративні штукатурки, листя дерев тощо	0,15

Геометричний КПО ε_{np} визначається так (рис. 15):

- а) з розрахункової точки А видимий контур світлового прорізу проектується на площину фасаду протилежної будівлі;
- б) визначається центр ваги C_1 отриманої проєкції;
- в) графік І накладається на генплан забудови так, 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, у якому розраховується освітленість;
- д) визначається центр ваги C_2 ділянки будинку, у якому розраховується освітленість, розташованої вище точки C_1 ;
- е) визначається номер $N_{п.к}$ півкола за графіком І, що проходить через точку C_2 ;
- ж) через точки C_1 і C_2 проводиться вертикальна січна площина І-І і будується умовний розріз цієї площиною;
- и) графік ІІ накладається на розріз І-І так, щоб полюс графіка збігся з точкою C_1 , а горизонталь з номером $N_{п.к}$ збіглася із слідом фасаду будинку, у якому розраховується освітленість;

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

л) ε_{np} визначається за формулою 16:

$$\varepsilon_{np} = 0,01 \cdot n_1'' n_2'' \quad (16)$$

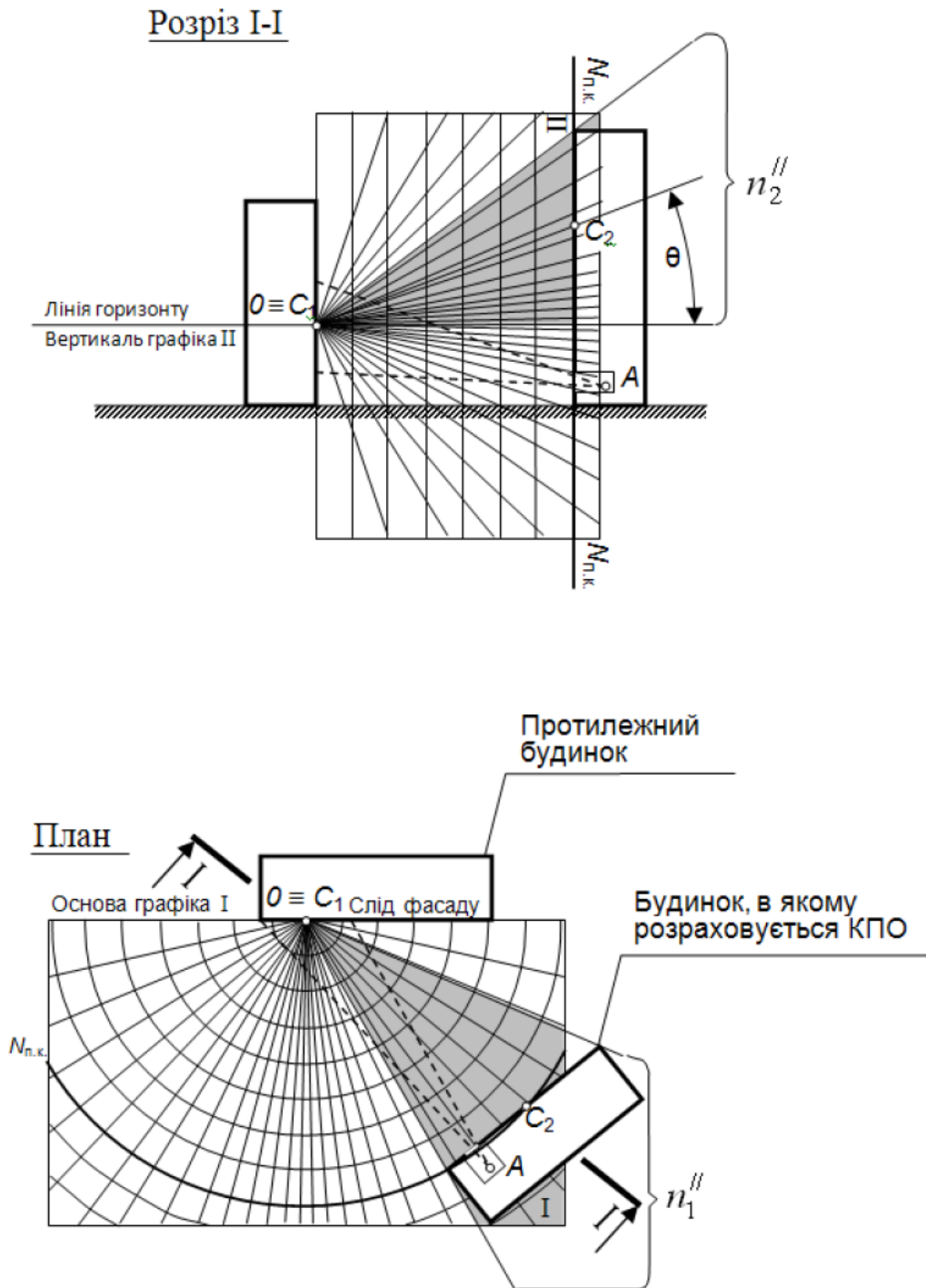


Рисунок 15 – Визначення кількості променів n_1'' і n_2'' для розрахунку відносної яскравості протилежного будинку

Інсоляція приміщень та забудови. Теоретичні передумови

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

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

Основні завдання інсоляційних розрахунків:

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

Для розв'язання цих задач необхідно мати дані, які відповідають взаємному розташуванню у просторі Сонця та точки на земній поверхні, яка має розглядатися, та на яку спадають сонячні промені (координати сонця).

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.

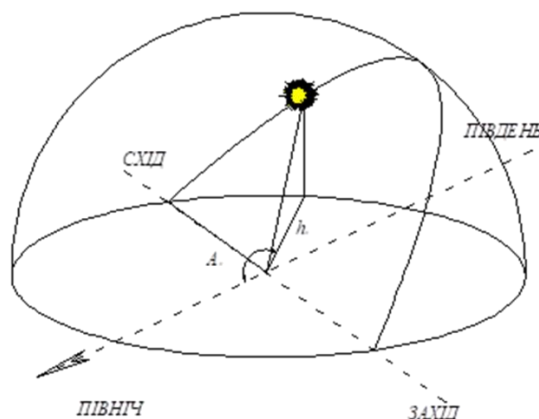


Рисунок 16 – Модель небосхилу для визначення координат Сонця

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 положення Сонця у першій половині дня A_{cx} – східним, а для другої половини дня A_z – західним.

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

Практична робота № 6 Методи визначення інсоляції будинків і територій. (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:

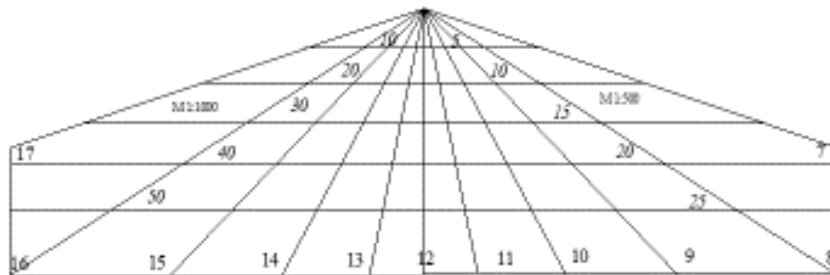


Рисунок 17 – Інсографік у період рівнодення

У день літнього сонцестояння лінії тіней набувають увігнутої форми до напрямку точки, у якій розміщено предмет (рис. 18):

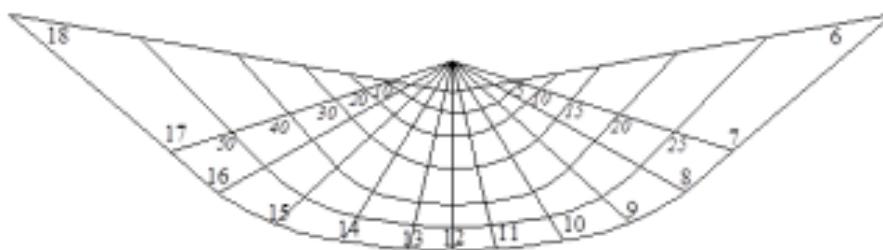


Рисунок 18 – Інсографік у період літнього сонцестояння

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

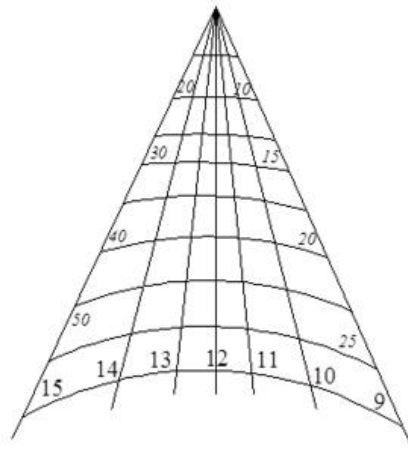


Рисунок 19 – Інсографік у період зимового сонцестояння

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

Порядок виконання завдання (рис. 20):

Завдання виконують відповідно до обраного варіанта (дод. Г с. 57–60)

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

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

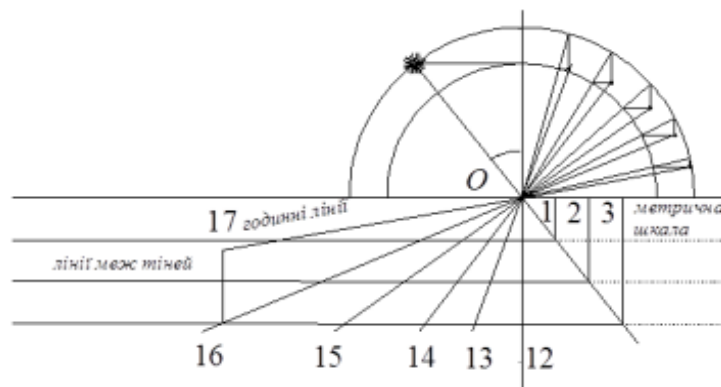


Рисунок 20 – Побудова інсографіків на широті φ° для днів рівнодення 22 березня та 22 листопада

3. Радіусом OB проводиться допоміжне півколо.

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

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

6. Праворуч від точки О по горизонталі відкладається метрична шкала, яка є висотним розміром споруди у прийнятому масштабі (1 см – 1 м (М 1 : 100); 10 м – (М 1 : 1 000), 5 м (М 1 : 500) тощо).

Далі потрібно продовжити напрям прямої ОА донизу та на неї спроектувати ділянки метричної шкали. Через точки ділення потрібно провести горизонтальні лінії, які визначають довжини тіней залежно від висоти споруди, вони зображені у прийнятому масштабі креслення.

7. Результати побудовання повторюються у дзеркальному зображенні праворуч інсографіку.

Під час перенесення 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.

Приклад: Забудувати добовий конверт тіней від забудови АБВГ, висота якої 20 м (у масштабі 1 : 1 000) на широті 50° пн. ш.

Через точки А, Б, В, Г провести лінії, які паралельні напрямку північ – південь. Далі потрібно накласти транспорир 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 : 1 000. 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).

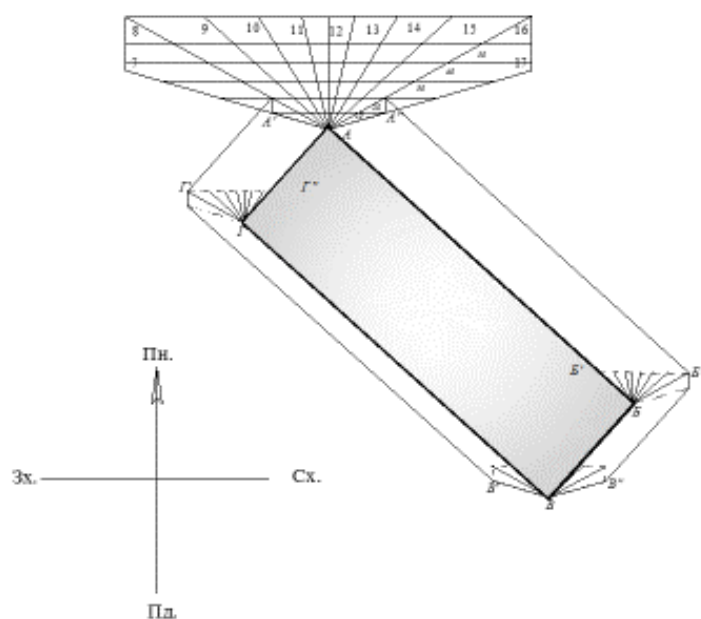


Рисунок 21 – Послідовність побудови добового конверта тіней

Змістовий модуль 3 Акустика. Теоретичні передумови

Побудова залу для глядачів, будь-якого призначення, у найбільшій мірі визначає об'ємно-планувальне рішення загалом. Продумане та правильне влаштування залу для глядачів надає комфортабельне розміщення глядачів, добру акустику й повну видимість екрану без помітних перекручувань та забезпечення зручного входу, розподіл по місцях й безпеку евакуації глядачів.

Для визначення оптимальної форми залу необхідно знати складові 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 із 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 відокремлений від залу порталю 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 менше 1 м. Для сцени типу Б необхідно улаштувати трюм для сценічних ефектів.

В 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 цій умові, визначається графічним або аналітичним методом.

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

$$1,3 \leq \frac{l}{b} \leq 1,6. \quad (17)$$

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

$$1,3 \leq \frac{b}{h} \leq 1,6. \quad (18)$$

Зали у плані зазвичай мають форму трапеції з кутом розкриття бокових стін 50–120. Прямокутна форма з горизонтальною стелею допустима тільки для лекційних залів 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° до нормалі у центрі екрана. Це визначає невисоке положення нижнього краю екрана (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 екрана. У маленьких залах місткістю до 400 місць можна влаштувати прохід уздовж стіни з тупиковим положенням міст, але обов'язково разом із двома входами, які повинні знаходитися у протилежних сторін залу.

Крісла для глядачів можливо розташувати по 40 міст у ряду за двосторонньої евакуації ряду й по 20 місць за одностороннього розміщення. 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 за відповідного збільшення відстані 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. Залежно від призначення самого залу та кількості міст цих зон може бути чи більше чи менше. 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 3.

Таблиця 3 – Рекомендований оптимальний повітряний об’єм приміщень на одне місце слухача

Призначення залу для глядачів	Об’єм на одне місце слухача, м ³
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 ³ , 10 000–15 000 м ³	6,0–8,0 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

Під час вибору основних розмірів залу для забезпечення хорошої акустики потрібно дотримуватися таких правил:

- відношення довжини залу до його середньої ширини відповідає діапазону 1–2;
- відношення середньої ширини залу до його середньої висоти лежить в тих самі 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 із сценічною коробкою – не більше 26–35 м (від задньої стіни до завіси).

Таблиця 4 – 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. За вказаного відношення, меншого за 1, збільшується час запізнювання відображень від бічних стін, водночас 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.

Практична робота № 7 Моделювання залу для глядачів

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

$$D = 1,1\sqrt{N}, \quad (19)$$

де N – місткість партеру залу для глядачів (кількість людей згідно з завданням – див. дод. Д табл. Д.1).

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

$$Ш_e = 0,43 \cdot D. \quad (20)$$

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

$$M = 0,92\sqrt{N}. \quad (21)$$

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

$$B_{ш} = \frac{Ш_e}{2,35}. \quad (22)$$

Одержану величину потрібно округлити.

2. Визначення мінімальної відстані Γ від екрана до спинки крісла першого ряду глядачів:

$$\Gamma \geq 0,84 \cdot Ш_e. \quad (23)$$

Порядок виконання роботи

Для виконання практичної роботи № 7 необхідно зробити вибір на основі даних, наведених у додатку Д (табл. 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 (за їхньої 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 променевого ескізу 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 такому вигляді:

- тип залу;
- місткість залу, осіб;
- площа стелі, m^2 ;
- площа підлоги, m^2 ;
- сумарна площа чотирьох стін, m^2 ;
- сумарна площа внутрішніх поверхонь, m^2 ;
- сумарний внутрішній об'єм, m^3 ;
- площа підлоги, не зайнятої глядачами, m^2 ;
- площа отвору сцени (для залів з сценічною коробкою), m^2 ;
- площа завіси, m^2 (якщо є);
- площа оркестрової ями, m^2 (якщо є);
- площа скління, m^2 (якщо є);
- площа вентиляційної решітки, m^2 (прийняти залежно від місткості залу).

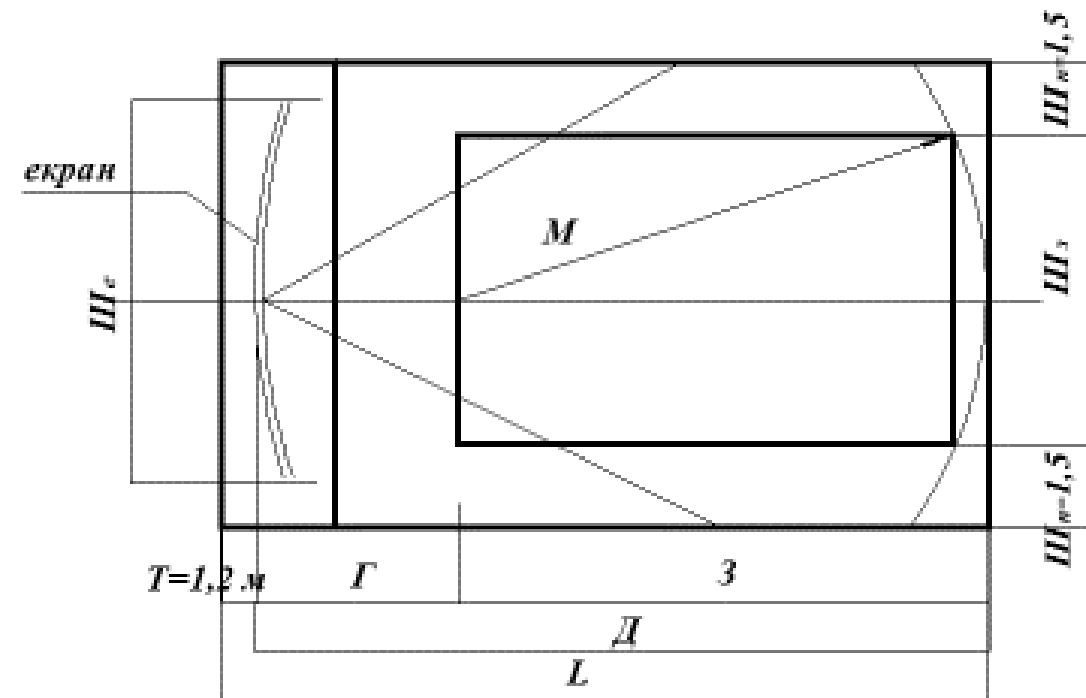
Згідно з розрахунками, потрібно графічно зобразити розріз та план зали для глядачів у масштабі 1 : 200, 1 : 100 або 1 : 50 (залежно від розмірів залу та композиції), користуючись попередньою схемою (рис. 22).

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.

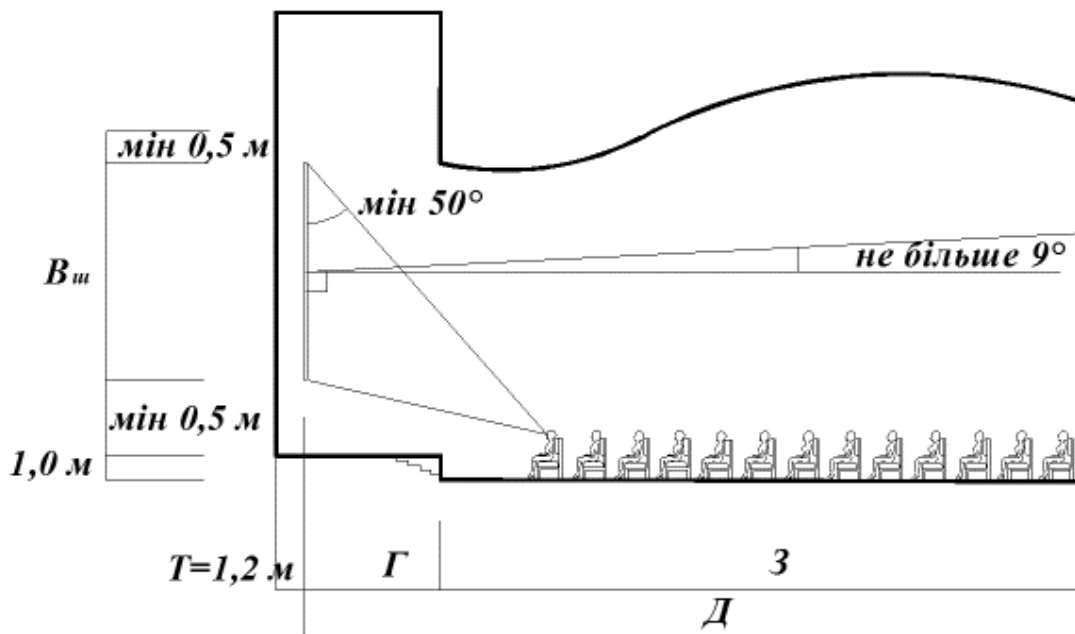
Відношення виносу балкона a_1 до середньої висоти підбалконної пазухи h_1 (див. підручник «Будівельна фізика» рекомендована література) має бути не

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.

Гранична глибина підбалконного простору не повинна перевищувати 4,5 рядів місць для глядачів. Висота нижньої грані передньої частини балкона над відповідним рядом місць для глядачів партеру повинна бути не менше 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

Практична робота № 8 Розрахунок часу реверберації та артикуляції. Теоретичні передумови

Виконання практичного завдання № 8 також можна робити на основі даних, наведених у додатку Д (табл. Д.2).

Час реверберації є основним критерієм акустичних властивостей залу загалом. Останні критерії є доповнювальними або локальними.

Явище реверберації – процес формування та затухання звуку після припинення звучання джерела звуку внаслідок багаторазового відбиття від огорожувальних поверхонь. Цей процес характеризується трьома основними періодами:

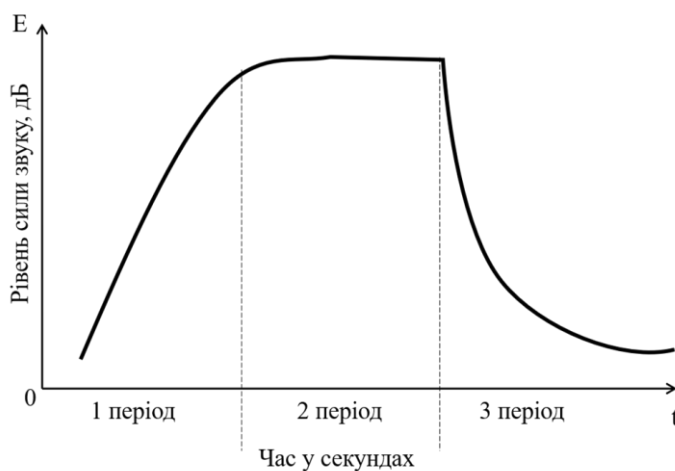


Рисунок 23 – Крива формування звучань у приміщенні внаслідок реверберації

1. Нарощення густини 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 наступними 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 ступеня разів, що еквівалентно зниженню рівня гучності на 60 дБ (рис. 23).

Щоб визначити час реверберації, застосовується формула Себіна:

$$T = \frac{V}{\sum \alpha S} 0,63, \quad (24)$$

де V – об'єм залу;

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

За високих коефіцієнтів поглинання огорожень (що потрібно приймати у залах великих розмірів) доцільно використовувати універсальну формулу Ейрінга:

$$T = \frac{0,163 \cdot V}{\sum S_n \cdot \ln(1 - \alpha_{сеп})}, \quad (25)$$

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

$$\alpha_{сеп} = \frac{\sum \alpha_n \cdot S_n}{\sum S_n}, \quad (26)$$

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;

$\ln(1 - \alpha_{сеп})$ – дивись таблицю 5.

Таблиця 5 – Значення функції $\ln(1 - \alpha_{сеп})$ в залежності від значення коефіцієнта звукопоглинання α у залі

α	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,1	0,1	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,19	0,2	0,21
0,2	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,3	0,32	0,33	0,34
0,3	0,36	0,37	0,39	0,4	0,42	0,43	0,45	0,46	0,48	0,49
0,4	0,51	0,53	0,54	0,56	0,58	0,6	0,62	0,64	0,65	0,67
0,5	0,69	0,71	0,73	0,76	0,78	0,8	0,82	0,84	0,87	0,89
0,6	0,92	0,94	0,97	0,99	1,02	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17

Оптимальний час реверберації

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

$$T_{opt}^{500} = K \cdot \lg \cdot V, \quad (27)$$

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

V – об'єм приміщення, м³;

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.

Значення приміщень для обрання коефіцієнта K обирають за номограмою (рис. 24)

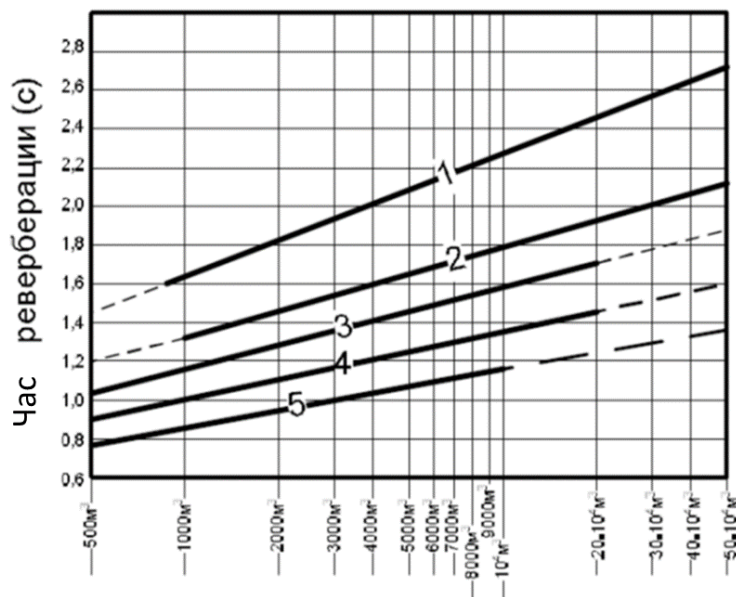


Рисунок 24 – Визначення типу залу за рекомендованим часом реверберації для залів різного призначення залежно від їхнього об'єму в діапазоні частот 500–2 000 Гц:

- 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

Еквівалентною площиною поглинання поверхні A є добуток площини цієї поверхні S на її коефіцієнт звукопоглинання α .

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

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

Схема звукопоглинання безпосередньо є еквівалентною площиною звукопоглинання A (рис. 25). Цілковите звукопоглинання $\sum \alpha S$ складається з постійної частини A_{const} та мінливої $A_{мін}$, які залежать від численності глядачів, розрахунковий час реверберації при 70 % заповнення залу повинне збігатися із оптимальним 70 %.

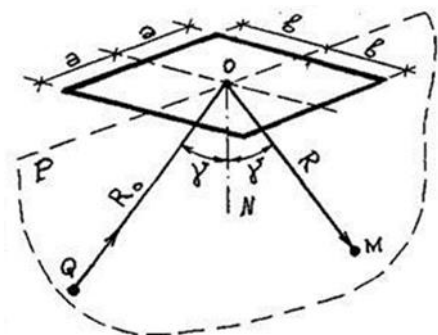


Рисунок 25 – Схема звукопоглинання припущення променевих віддзеркалень

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

$$T_{onm}^{500} : T_{onm}^{2000} : T_{onm} = 1,5 : 1 : 1. \quad (28)$$

Під час розрахунків часу реверберації потрібно ураховувати, що фактичне звукопоглинання завжди перевищує розрахункове завдяки неврахованим локальним (розосередженим) звукопоглинанням. Ураховувати додаткове звукопоглинання можливо шляхом введення середнього коефіцієнта додаткового звукопоглинання, який рекомендується приймати: щодо частоти 125 Гц – 0,08, а щодо інших частот 500–2 000 – 0,04.

Порядок виконання практичної роботи

По-перше, потрібно визначити час реверберації за формулою Себіна – 24, с. 34, (якщо кількість місць до 500), або за формулою Ейрінга – 25, с. 35.

Для розрахунку варто визначити площу звукопоглинань залу для глядачів та занести їх у таблицю 6 (деякі дані наведено у табл. 7).

Таблиця 6 – Вибір коефіцієнтів звукопоглинання відповідно до матеріалів та обладнання

Матеріал та обладнання (назва)	Площа поверхні S (м ²)	Коефіцієнт звукопоглинання на частоті 125 Гц (α_1)	Коефіцієнт звукопоглинання на частоті 500 Гц (α_2)	Площа звукопоглинань $S \cdot a$	
				125 Гц	500 Гц
Стіни					
Підлога					
Стеля					
Двері					
Вікна					
Килим					
Порт'єри					
М'які крісла*					
Люди 70 %*					
	Разом:			Разом:	Разом:
* Еквівалентну площу звукопоглинань для слухачів та крісел дивись у таблиці 8					

Таблиця 7 – Коефіцієнти звукопоглинання матеріалів (α)

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
Суша штукатурка	0,2	0,06	0,04
Суша 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 драпу вагою кг/м ² :			
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
Меблі	Дивись таблицю 8		
Крісла м'які, м ²			
Крісла тверді, м ²			
Люди, 70 %			

Визначаємо час реверберації нормативний (T) відповідно до об'єму залу за рисунком, визначаємо час реверберації для частоти 125 Гц, 500 Гц.

За високих коефіцієнтів звукопоглинання, що притаманне саме для залів великих обсягів та місткістю (кількість місць більше 500), доцільно використовувати формулу Ейрінга, складовою якої є визначення $-l_n(1 - a_{сер})$, яке легко знайти у таблиці 5.

Таблиця 8 – Еквівалентна площа звукопоглинання для слухачів та крісел (м²)

Слухачі і крісла	Еквівалентна площа звукопоглинання, $A_{крес., слух.}$ (м ²)					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Слухачі на кріслі м'якому або напівм'якому	0,25	0,3	0,4	0,45	0,45	0,4
На жорсткому кріслі	0,2	0,25	0,3	0,35	0,35	0,35
Крісло м'яке	0,15	0,2	0,2	0,25	0,3	0,3
Крісло напівм'яке	0,08	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2
Крісло з штучної шкіри	0,08	0,1	0,12	0,1	0,1	0,08
Крісло жорстке з дерев'яною спинкою та сидінням	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05

По-друге, варто визначити оптимальний час реверберації.

Оптимальний час реверберації залежить від пробігів відбутих звуків, тобто від об'єму приміщення та його зазначення (формула 27, с. 35). Розрахунок виконується для частоти 500 Гц.

Для визначення оптимального часу реверберації на частоті 125 Гц, варто застосовувати формулу 29:

$$T_{opt}^{125} = 1,5 \cdot T_{opt}^{500}, \quad (29)$$

де T_{opt}^{500} – оптимальний час реверберації на частоті 500 Гц.

По-третє, проводимо розрахунок на встановлення площі звукопоглинань на частоті 500 Гц за формулою 30:

$$\Sigma \alpha S = \frac{0,163 \cdot V}{T_{opt}^{500}}, \quad (30).$$

Для розрахунку звукопоглинань на частоті 125 Гц застосовується формула 31:

$$\Sigma \alpha S = \frac{0,163 \cdot V}{T_{opt}^{125}}. \quad (31).$$

Далі варто знайти потрібні поглинання на частотах 125 Гц та 500 Гц тобто знайти різницю між звукопоглинанням з таблиці 6 (два крайніх стовчика) та отриманим звукопоглинанням за формулами 30 та 31 відповідно частоті.

Після завершення практичної роботи № 8 робиться висновок, у якому визначається, чи достатньо звукопоглинань або перебільшення, або недостатньо, та наводяться пропозиції або засоби для поліпшення акустичних умов щодо звукопоглинання на певних частотах.

Артикуляція мови

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

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

Артикуляція мови позначається, як A :

$$A = 0,96 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (32)$$

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 9 – Значення коефіцієнтів K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , й відсоткова складова артикуляція

Час реверберації, c	Величина коефіцієнтів			Процентна артикуляція	
	K_1	K_2	K_3	за $K_4 = 1,0$	за $K_4 = 1,06$
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

Артикуляція мови проводиться відносно оптимального часу реверберації на частоті 500 Гц. Оптимальний час реверберації потрібно перевіряти відповідно до нормативної номограми (див. рис. 25).

III 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.

Ч.ч.	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1 Будівельна фізика		
Змістовий модуль 1 Кліматологія та теплофізика		
1	Завдання до самостійної роботи № 1 Інженерно-кліматичні розрахунки	2
2	Завдання до самостійної роботи № 2 Комплексна оцінка території	4
3	Завдання до самостійної роботи № 3 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх стін для літніх умов	2
Змістовий модуль 2 Світлотехніка і освітлення		
4	Завдання до самостійної роботи № 4 Висновок. Розміщення віконних прорізів за однобічного освітлення	4
5	Завдання до самостійної роботи № 5 Застосування методів визначення коефіцієнта природного освітлення	4
6	Завдання до самостійної роботи № 6 Побудова добового конверта тіней	6
Змістовий модуль 3 Акустика		
7	Завдання до самостійної роботи № 7 Проектування залу для глядачів	4
8	Завдання до самостійної роботи № 8 Розрахунок часу реверберації. Визначення артикуляції мови	4
Разом		60

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівельна фізика [Електрон. ресурс] : метод. рек. до орг. самот. роботи, пров. практ. занять та вик. розр.-граф. робіт : для студентів ден. форми навч. за спец. 191 – Архітектура та містобудування / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; [уклад. Т. М. Апатенко]. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 67 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/54084/>, вільний (дата звернення 20.01.2024). – Назва з екрана.

Рекомендована література

2. Апатенко Т. М. Будівельна фізика [Електрон. ресурс]: підручник / Т. М. Апатенко, Т. В. Жидкова, Е. А. Шишкін ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 415 с. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/64854/1/2023_РЕПОЗ_1_П.pdf, вільний (дата звернення 04.03.2024). – Назва з екрана.

3. ДБН Б.2.4-1-94. Планування та забудова сільських поселень [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2018–09–01. – Електрон. текст. дані. – Київ : Мінрегіон України, 2019. – 217 с. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/1-1-0-103>, вільний (дата звернення 20.01.2024). – Назва з екрана.

4. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2016–07–08. – Електрон. текст. дані. – Київ : Держбуд України, 2016. – 30 с. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13>, вільний (дата звернення 02.01.2024). – Назва з екрана.

5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010. Будівельна кліматологія [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2010–12–16. – Електрон. текст. дані. – Київ : Держбуд України, 2011. – 123 с. – Режим доступу: <https://finance.smr.gov.ua/files/Енергозбереження/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelna-klimatologiya.pdf>, вільний (дата звернення 02.01.2024). – Назва з екрана.

6. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування і забудови населених пунктів [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2019–02–07. – Електрон. текст. дані. – Київ : Держбуд України, 1996. – 25 с. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/sanpin/dsp_173_96_derzhavni_sanitarni_pravila_pl_anuvannja_i_zabudovi_naselenikh_punktiv/25-1-0-1815, вільний (дата звернення 02.01.2024). – Назва з екрана.

7. ДБН В.2.2-9-99. Громадські будинки та споруди. Основні положення [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2019–06–01. – Електрон. текст. дані. – Київ : Держбуд України, 2019. – 92 с. – Режим доступу:

<https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-405>, вільний (дата звернення 02.01.2024). – Назва з екрана.

8. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2018–02–28. – Електрон. текст. дані. – Київ : Мінрегіон України, 2018. – 133 с. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_28/1-1-0-1188, вільний (дата звернення 00.00.2024). – Назва з екрана.

9. ДБН В.2.6-XX Будівельна акустика [Електрон. ресурс] (на зміну СНиП П-12-77 «Защита от шума»). – Чинний від 2012–12–20. – Електрон. текст. дані. – Київ : ДП НДІБК, 2017. – Режим доступу: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-1078>, вільний (дата звернення 02.01.2024). – Назва з екрана.

10. ДБН В.1.1-31:2013 Захист територій, будинків і споруд від шуму [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2014–06–01. – Електрон. текст. дані. – Київ, Мінрегіон України, 2014. – 48 с. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/zakhist_vid_shumu/1-1-0-1814, вільний (дата звернення 02.01.2024). – Назва з екрана.

ДОДАТОК А
Таблиці для розділу «Кліматологія»

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

Температура, °С		Теплий період					
		Верхня межа	Нижня межа	Відносна вологість повітря, %			
				24 і нижче	25–49	50–74	75 і більше
47,9	44,0	Ж _в – жарка волога					
43,9	40,0						
39,9	36,0					Ж _с – жарка суха	
35,9	32,0						
31,9	28,0	Т		Т			
27,9	23,6	Т – тепла	К _т – комфортно тепла				
23,5	20,0	К _т	К – комфортна		К _т	Т	
19,9	14,6	К – комфортна					
14,5	12,0					П _к – прохолодно комфортна	
Температура, °С		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 _с – холодно		– сувора			
-12,0	-19,9						
-20,0	-27,9	С – сувора					
-28,0	-35,9						
-36,0	-47,9						
-48,0	-59,9						
-60,0	-71,9						

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

Клас погоди	Режим експлуатації	Типологічні вимоги	
		Архітектурно-планувальне рішення	Конструктивне рішення
1	2	3	4
Жарка (волога) Жв	<i>Ізольований</i> (літо) I +	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
Жарка суха Жс	<i>Закритий</i> (літо) З +	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 і теплозахисних і повітронепроникних властивостей. Сонцезахист стін та вікон будівель
Тепла Т	<i>Напіввідкритий</i> (літо) Нвт	Вільна забудова; двостороннє планування квартир з активним провітрюванням; сонцезахист і аерація територій та будівель	Трансформація огорожувальних конструкцій; сонцезахист на фасадах будівель; захист приміщень від перегрівання
Комфортно-тепла КТ	<i>Відкритий</i> із захистом від перегрівання В +	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

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4
Комфортна К	Відкритий В	Відкриті приміщення, лоджії, веранди, балкони; побутові процеси на відкритому повітрі	Трансформація огорожень (не висуваються вимоги до теплоізоляції)
Прохолодно комфортна ПК	Напіввідкритий із захистом від легкого перегрівання НВ	Помірно компактні об'ємно-планувальні рішення; захист території від вітру зеленими насадженнями або напівзамкненою забудовою	Одинарне або подвійне скління; огороджувальні конструкції середніх теплозахисних властивостей
Прохолодна П	Напіввідкритий (зима) НВ	Орієнтація на сонці; помірно компактні об'ємно-планувальні рішення; захист території від вітру зеленими насадженнями	Одинарне скління; огороджувальні конструкції середніх теплозахисних властивостей
Прохолодно холодна ПХ	Напіввідкритий із захистом від легкого охолодження НВ -	Орієнтація будівель на північ - південь; наскрізне провітрювання, відкриті приміщення, лоджії, галереї, веранди, сходи напіввідкриті без тамбурів	Подвійне скління; огороджувальні конструкції необхідних теплозахисних і повітронепроникних властивостей; сучасні енергоощадні вікна
Холодна Х	Закритий (зима) З	Замкнена компактна схема забудови. Захист території від небезпечних вітрів будівлями. Орієнтація на сонячні сторони. Зменшення тепловтрат, теплі сходи, тамбури	Огородження необхідних теплозахисних і повітронепроникних властивостей; подвійне та потрійне скління

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4
Холодно сувора ХС	Закритий – з активним вітро тепло- вологозахистом З -	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	Огородження високих теплозахисних і повітронепроникних властивостей; подвійне та потрійне скління; сучасні енергозберігаючі вікна з високими теплозахисними властивостями
Сувора С	Ізольований (зима) І -	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	Огороджувальні конструкції високих теплозахисних і повітронепроникних властивостей. Потрійне скління, сучасні вікна з високою теплоізоляцією. В умовах вічної мерзлоти певні фундаменти

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 помірно, 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 помірно, 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 у 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 більше 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
<i>Примітка.</i> 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 односторонньої 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
<i>Примітка.</i> Кількість балів пропорційна кількості одержуваної сонячної радіації і загальному тепловому тлу.				

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

Біокліматична зона		Ступінь сприятливої радіації		
		Сприятлива	Несприятлива	Умовно сприятлива
Кількість балів		3	1	2
а (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)
б (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
Відкриті узвишшя (пагорби)		
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 схилі 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
Узвишшя із плоскими вершинами й плоскими схилами		
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
Долини, лощини, яри		
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 і менше	1,2–1,3 0,7–0,8 0,6 і 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 і менше	1,1–1,2 0,8–0,9 0,6 і 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, лощини, яруги		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	відкриті	сприятливі	
Райони з сильними швидкостями вітру (повторювальність швидкості більше 5 м/с понад 20 %)	Несприятливі 1			Сприятливі 3			Несприятливі 1		Сприятливі 3				
Райони з помірними швидкостями вітру (повторювальність швидкості 3–5 м/с понад 50 %, більше 5 м/с – менше 20 %)	Несприятливі 1			Помірковано сприятливі 2			Сприятливі 3			Помірковано сприятливі 2			

ДОДАТОК Б
Таблиці для розділу «Світлотехніка»

Таблиця Б.1 – Вихідні дані для виконання світлотехнічного розрахунку

Но ме р ва рі ан та	Приміщення	Площина (Г, В), висота площини над підлогою	КПО e_n	Середньозважений коефіцієнт віддзеркалення ρ	S_n (м ²) приміщення	P (м) відстань поміж будівлями	H (м) Висота протилежної будівлі	h_n (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	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	Пн. Сх.
15	Пошивний цех	Г – 0,8	1,5	0,4	300	–	–	2,5	Пн. Зх.
16	Приміщення операційної	Г – 0,8	1,5	0,5	60	–	–	2,8	Пн. Зх.
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	Пн. Зх.
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	Пд. Сх.
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	Пд. Сх.
24	Торгівельний зал книжкового магазину	Г – 0,8	0,5	0,4	200	15	48	3	Пн. Сх.
25	Гарячий цех ресторану	Г – 0,8	1	0,5	150	25	21	3	Пн. Сх.
26	Гімнастичний зал дитячого дошкільного закладу	Г – 0,5	1,5	0,4	40	–	–	2,5	Пн. Зх.
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	Пд. Сх.
29	Кабінет з обробки тканин (шиття) середньої загальноосвітньої школи	Г – 0,8	1,5	0,3	45	–	–	2,5	Пд. Сх.
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	Пд. Сх.
32	Пральня	Г – 0,8	0,3	0,4	180	–	–	2,6	Пн. Сх.

ДОДАТОК В
Таблиці та рисунки для розділу «Світлотехніка»

Таблиця В.1 – Значення коефіцієнту світлового клімату t

Світлокліматичний район	Значення t 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 η_v вікон за бічного освітлення

Відношення довжини приміщення l до його глибини B	Значення η_v при відношенні глибини приміщення B до його висоти від рівня робочої поверхні до верху вікна h								
	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

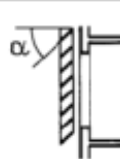
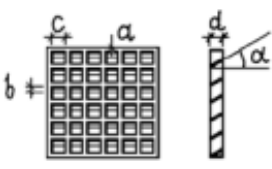

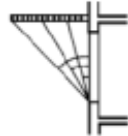

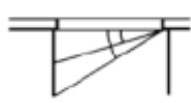
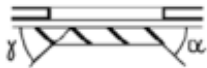
Таблиця В.3 – Значення коефіцієнта $K_{буд}$

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

Таблиця В.4 – Значення коефіцієнта τ_l

Вид світлопрозорого матеріалу	Значення τ_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 τ_4

№ схеми	Схема	Значення τ_4	№ схеми	Схема	Значення τ_4																																																																																																	
1	 <p>Горизонтальні жалюзі</p> <p>$\alpha = 0^\circ$ $\alpha = 45^\circ$</p>	<p>0,75 0,35</p>	7	 <p>Стільничкоподібні</p>	Значення τ_4																																																																																																	
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>α</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> <th>τ_4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0°</td><td>1</td><td>11</td><td>11</td><td>5</td><td>0,57</td></tr> <tr><td>30°</td><td>1</td><td>8</td><td>37</td><td>5</td><td>0,61</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>7</td><td>24</td><td>5</td><td>0,54</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>9</td><td>37</td><td>7</td><td>0,62</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>10</td><td>37</td><td>5</td><td>0,70</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>7</td><td>37</td><td>5</td><td>0,55</td></tr> <tr><td>0°</td><td>1</td><td>11</td><td>11</td><td>7</td><td>0,48</td></tr> <tr><td>30°</td><td>1</td><td>8</td><td>37</td><td>7</td><td>0,54</td></tr> <tr><td>30°</td><td>1</td><td>7</td><td>24</td><td>7</td><td>0,52</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>5</td><td>37</td><td>7</td><td>0,45</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>9</td><td>37</td><td>10</td><td>0,61</td></tr> <tr><td>30°</td><td>1</td><td>6</td><td>37</td><td>10</td><td>0,50</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>7</td><td>37</td><td>7</td><td>0,57</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>10</td><td>37</td><td>10</td><td>0,56</td></tr> <tr><td>15°</td><td>1</td><td>9</td><td>24</td><td>10</td><td>0,49</td></tr> <tr><td>45°</td><td>1</td><td>2</td><td>37</td><td>10</td><td>0,32</td></tr> </tbody> </table>	α	a	b	c	d	τ_4	0°	1	11	11	5	0,57	30°	1	8	37	5	0,61	45°	1	7	24	5	0,54	15°	1	9	37	7	0,62	15°	1	10	37	5	0,70	45°	1	7	37	5	0,55	0°	1	11	11	7	0,48	30°	1	8	37	7	0,54	30°	1	7	24	7	0,52	45°	1	5	37	7	0,45	15°	1	9	37	10	0,61	30°	1	6	37	10	0,50	45°	1	7	37	7	0,57	15°	1	10	37	10	0,56	15°	1	9	24	10	0,49
α	a	b	c	d	τ_4																																																																																																	
0°	1	11	11	5	0,57																																																																																																	
30°	1	8	37	5	0,61																																																																																																	
45°	1	7	24	5	0,54																																																																																																	
15°	1	9	37	7	0,62																																																																																																	
15°	1	10	37	5	0,70																																																																																																	
45°	1	7	37	5	0,55																																																																																																	
0°	1	11	11	7	0,48																																																																																																	
30°	1	8	37	7	0,54																																																																																																	
30°	1	7	24	7	0,52																																																																																																	
45°	1	5	37	7	0,45																																																																																																	
15°	1	9	37	10	0,61																																																																																																	
30°	1	6	37	10	0,50																																																																																																	
45°	1	7	37	7	0,57																																																																																																	
15°	1	10	37	10	0,56																																																																																																	
15°	1	9	24	10	0,49																																																																																																	
45°	1	2	37	10	0,32																																																																																																	
2	 <p>Маркізи напівпрозорі</p> <p>$\beta = 45^\circ$</p>	0,4																																																																																																				
3	 <p>Козирок решітчастий</p> <p>$\beta = 45^\circ$ $\beta = 30^\circ$ $\beta = 15^\circ$</p>	0,65 0,82 0,95																																																																																																				
4	 <p>Козирок суцільний</p> <p>$\beta = 45^\circ$ $\beta = 30^\circ$ $\beta = 15^\circ$</p>	0,6 0,8 0,95																																																																																																				
5	 <p>Вертикальні екрани</p> <p>$\gamma = 15^\circ$ $\gamma = 30^\circ$</p>	0,95 0,85																																																																																																				
6	 <p>Вертикальні жалюзі</p> <p>$\gamma = 45^\circ, \alpha = 90^\circ$ $\gamma = 45^\circ, \alpha = 45^\circ$</p>	0,70 0,60																																																																																																				

Таблиця В.6 – Значення коефіцієнта r_l

Відношення V до висоти h (див. примітку 1)	Відношення від розрахункової точки до B (див. примітку 2)	Значення r_l за бічного освітлення								
		Середньозважений коефіцієнт відбиття ρ стелі, стін й підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення l_1 до його глибини B								
		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
Від 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
Більше 3,5	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
	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 B до висоти від рівня умовної робочої поверхні h до верху вікна.

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

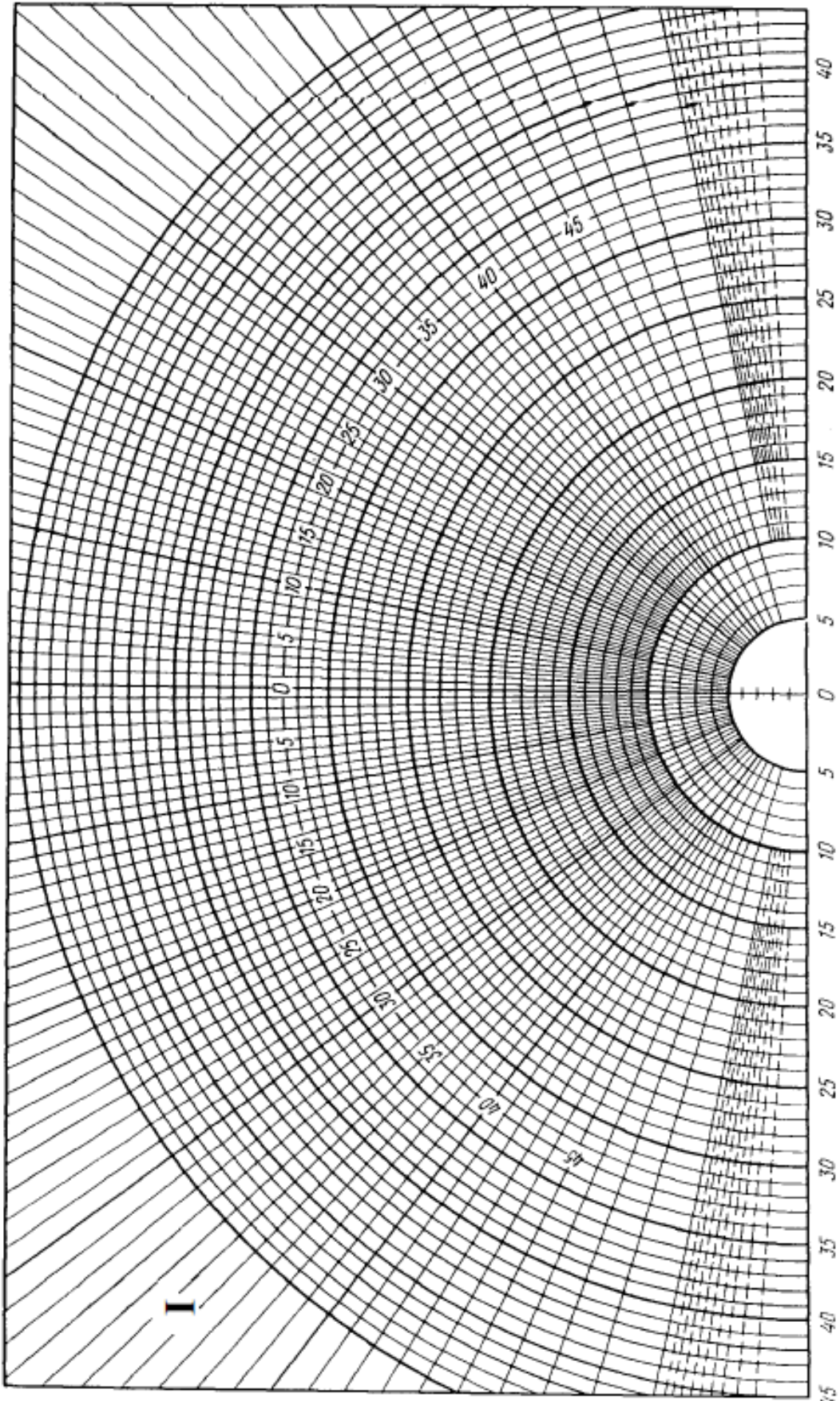


Рисунок В.2 – Графік І А. М. Данилюка

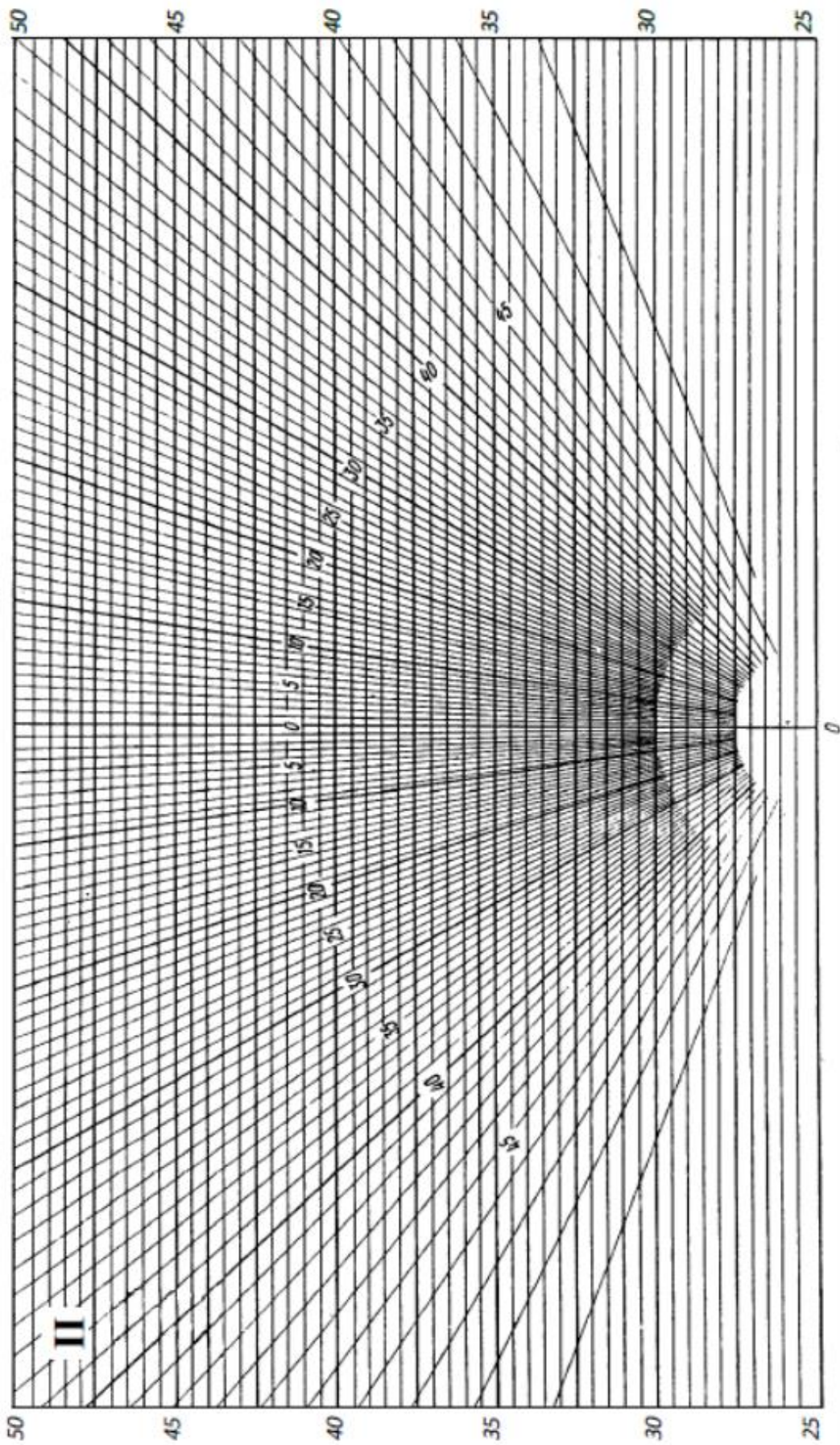


Рисунок В.3 – Графік II А. М. Данилюка

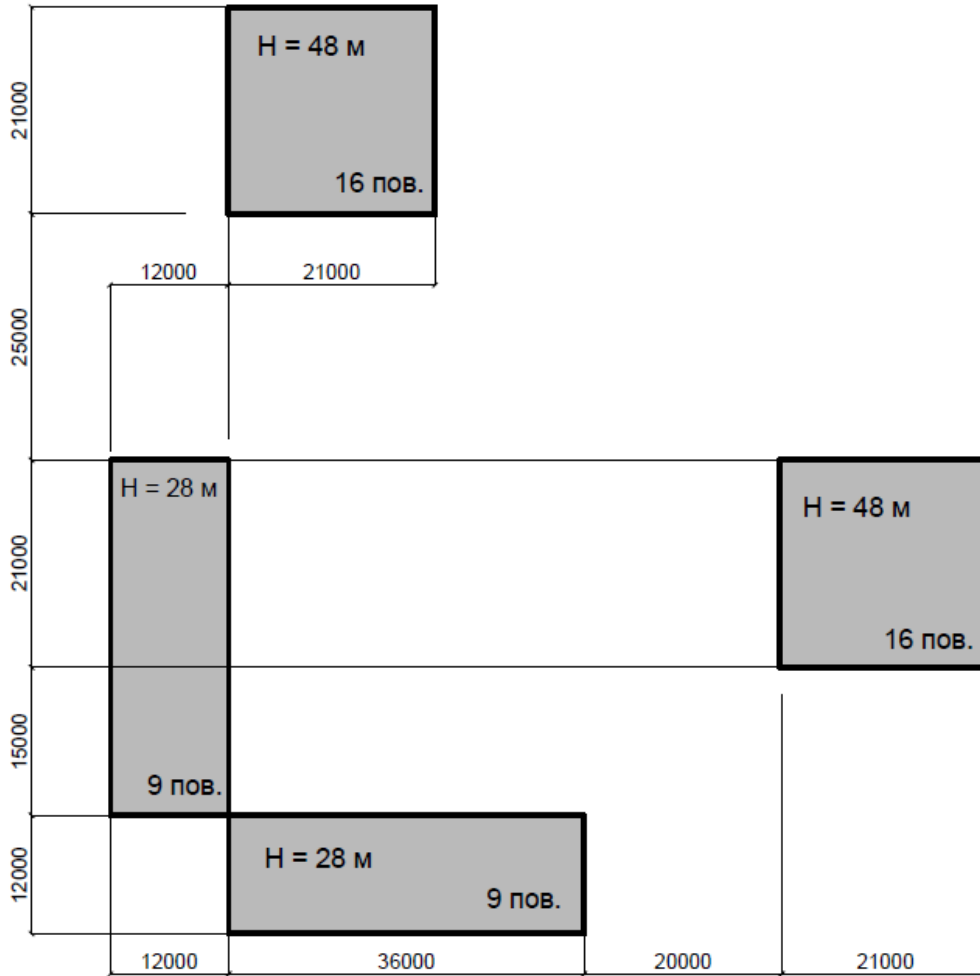
ДОДАТОК Г

Таблиці та схеми для розділу «Світлотехніка. Інсоляція територій»

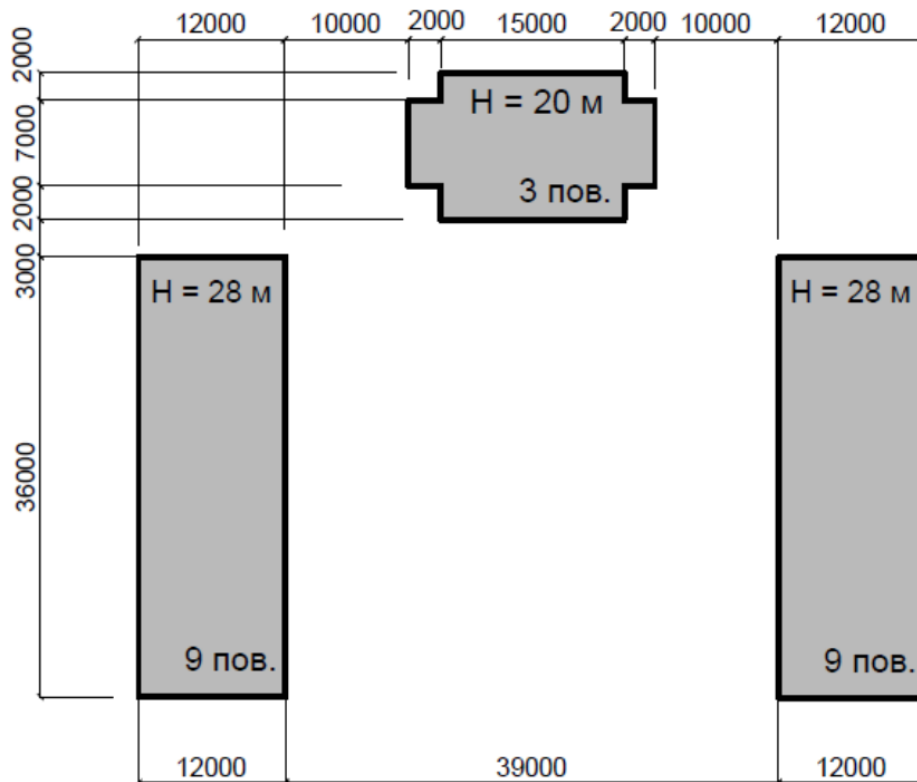
Таблиця Г.1 – Завдання на розрахунок інсоляції житлової забудови

Ч.ч.	Широта	Варіант схеми забудови	Орієнтація
1	43°	Варіант 1	ПН ↑
2	54°		ПН
3	51°		ПН
4	47°		ПН ←
5	41°		ПН ↓
6	31°		ПН ↘
7	48°	Варіант 2	ПН ↓
8	30°		ПН
9	23°		ПН ↘
10	63°		ПН ←
11	28°		ПН ↘
12	49°		ПН ↓
13	53°	Варіант 3	ПН ↘
14	44°		ПН ↙
15	64°		ПН ↑
16	45°		ПН ↘
17	40°		ПН ↓
18	46°		ПН ←
19	33°	Варіант 4	ПН ↓
20	35°		ПН ↘
21	42°		ПН ←
22	50°		ПН ↓
23	42°		ПН ↘
24	37°		ПН ↙
25	39°	Варіант 5	ПН ↘
26	38°		ПН ↓
27	29°		ПН ←
28	65°		ПН ↑
29	61°		ПН ↘
30	66°		ПН ↙

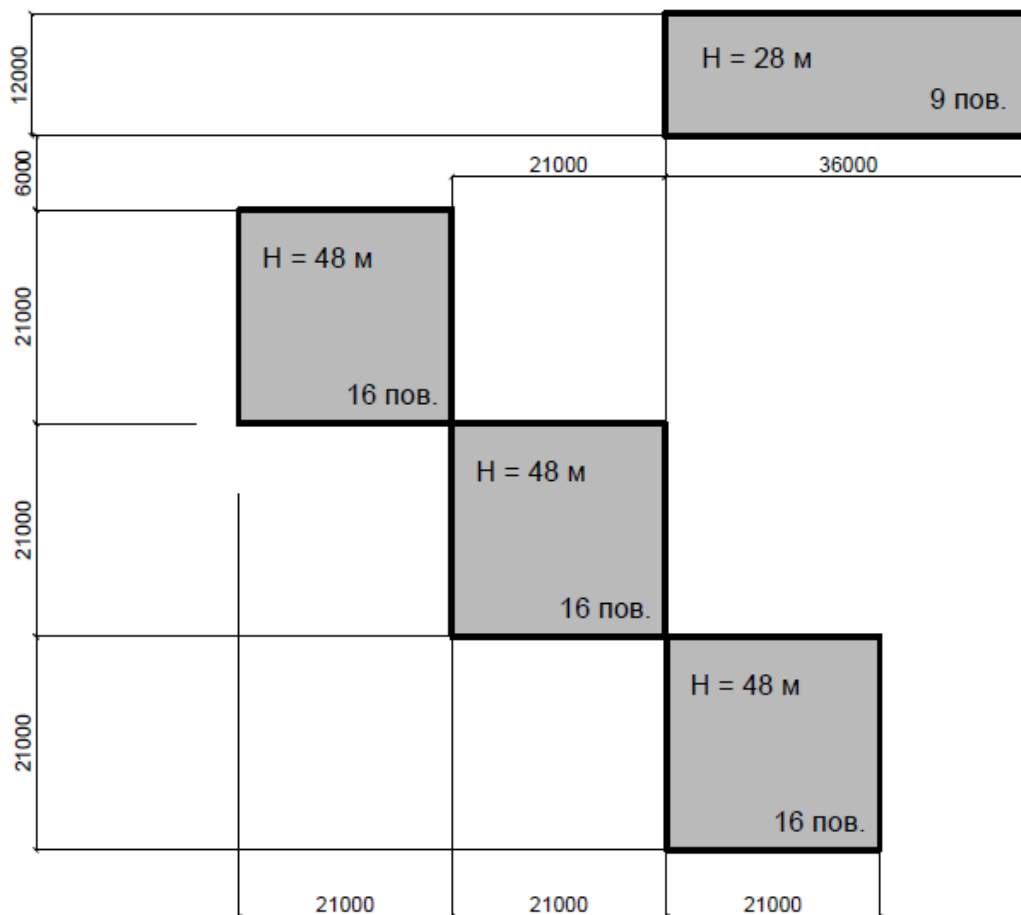
Варіант 1



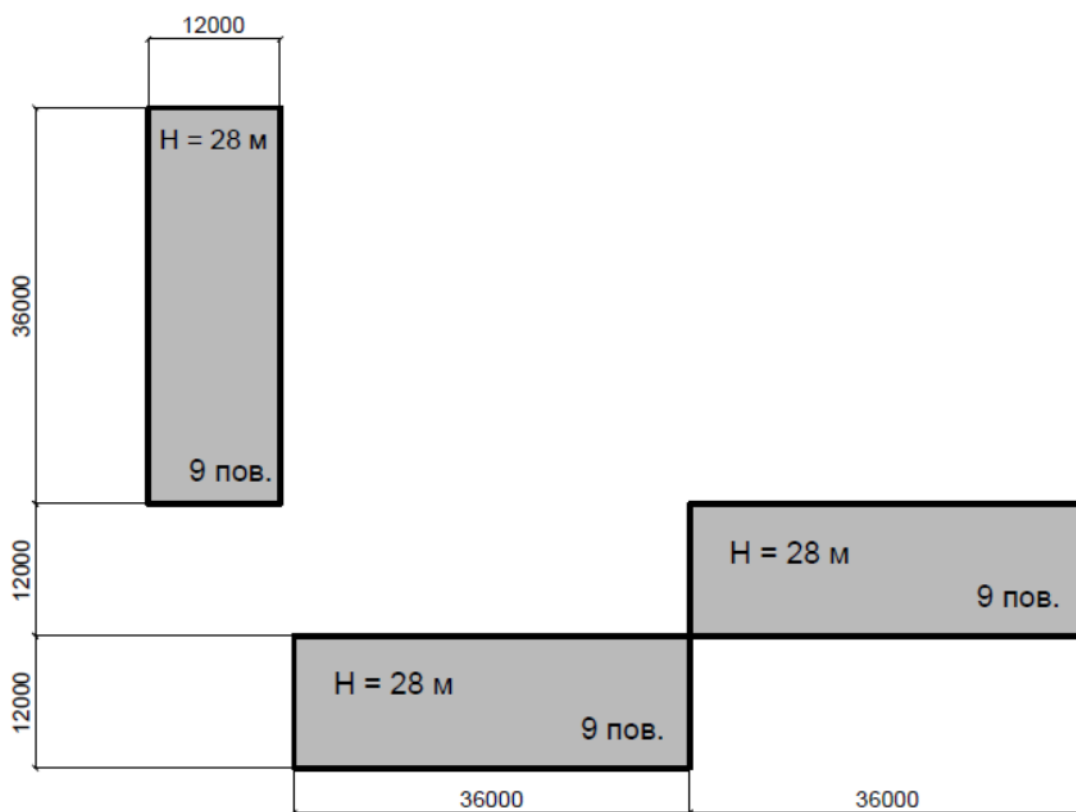
Варіант 2



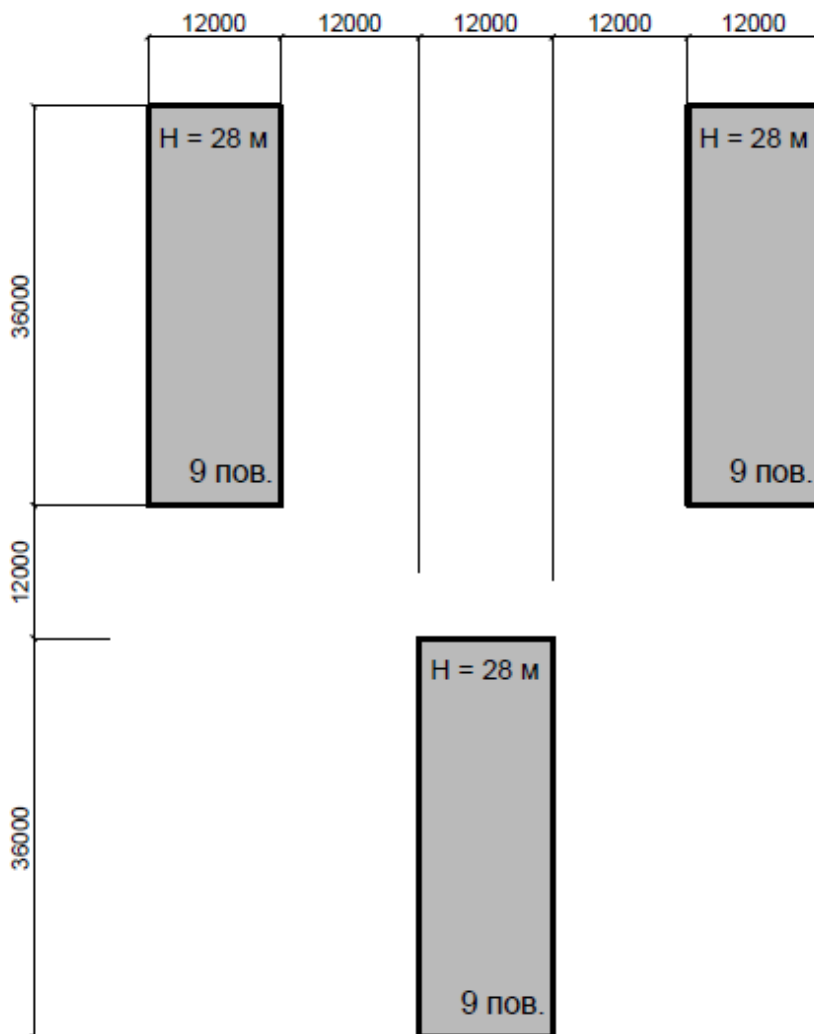
Варіант 3



Варіант 4



Варіант 5



Примітка. Надані графічні схеми розраховані на 6 варіантів, але розбіжністю між варіантами є напрям північної орієнтації. Графічні схеми потрібно виконувати в масштабах 1 : 1 000 або 1 : 500 на аркуші формату А3.

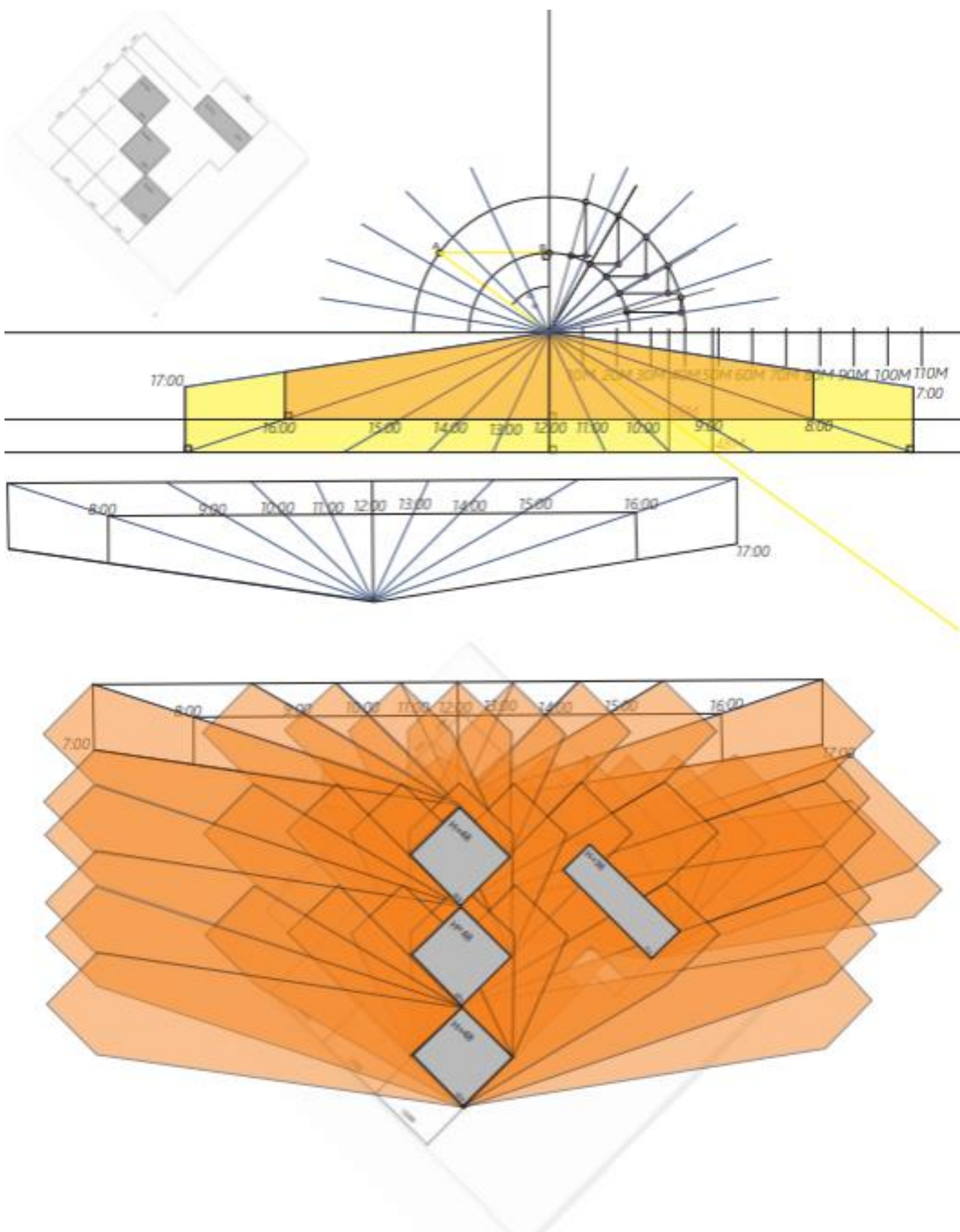


Рисунок Г.1 – Приклад для розділу «Світлотехніка» (Інсоляція територій)

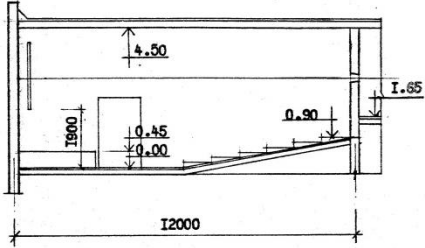
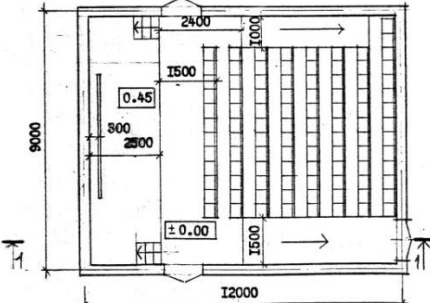
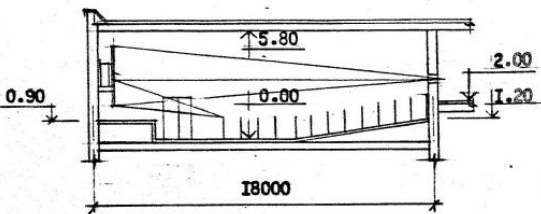
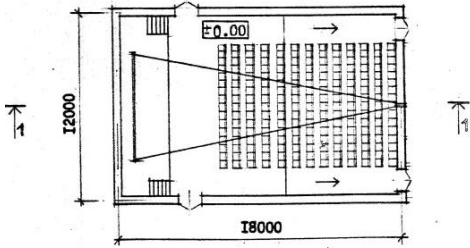
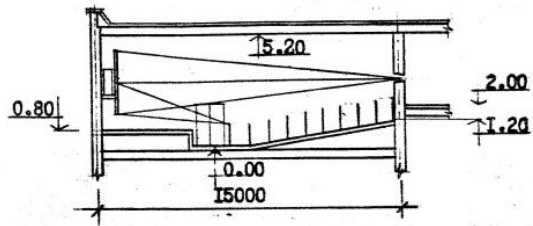
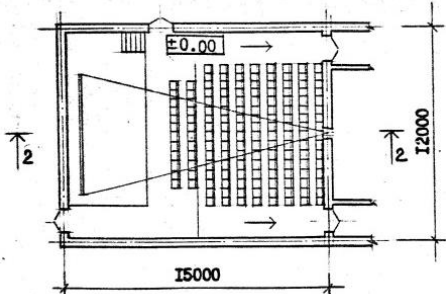
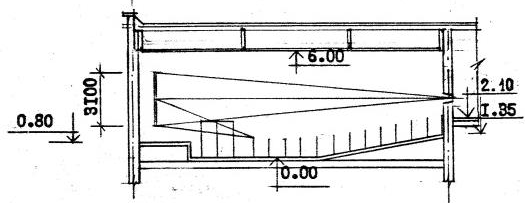
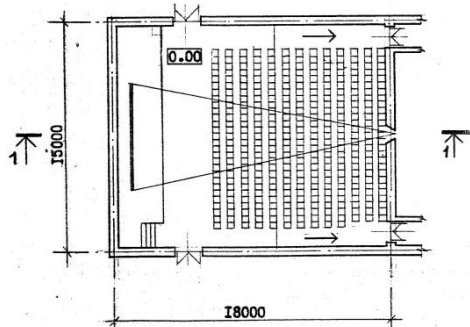
ДОДАТОК Д

Завдання для розділу «Акустика»

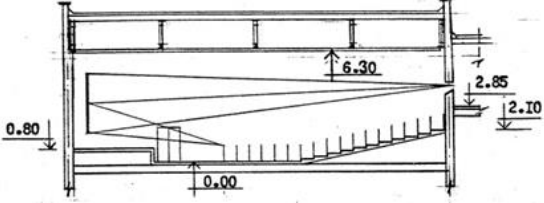
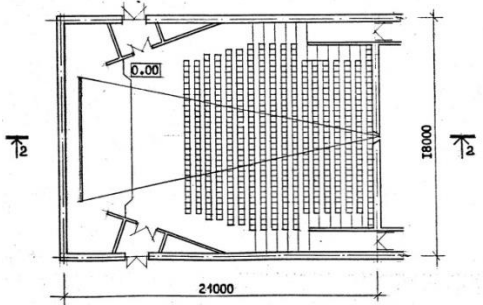
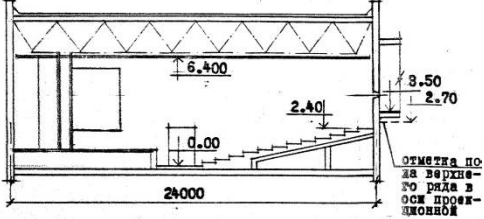
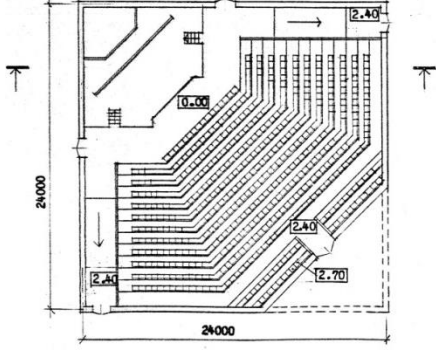
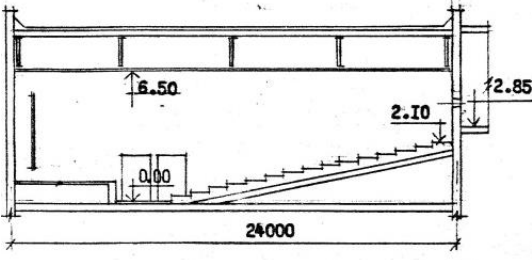
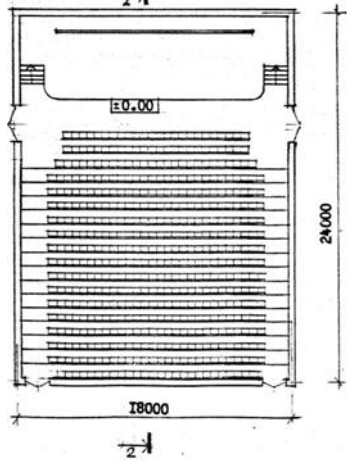
Таблиця Д.1 – Варіанти та умови щодо виконання практичних завдань

Номер варіанта	Кількість міст у залі	Форма естради	Характер стелі	Форма екрана	Процентна артикуляція при K_4
1	200	–	угнута	плоский	$K_4 = 1,06$
2	800	Сцена тип Б	угнута	угнута	$K_4 = 1,0$
3	400	Естрада тип А	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
4	650	Сцена тип А	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
5	150	–	угнута	плоский	$K_4 = 1,06$
6	300	Естрада тип А	угнута	плоский	$K_4 = 1,0$
7	560	Естрада тип Б	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
8	700	Сцена тип А	угнута	угнута	$K_4 = 1,0$
9	250	–	угнута	плоский	$K_4 = 1,06$
10	850	Сцена тип Б	угнута	угнута	$K_4 = 1,0$
11	600	Естрада тип Б	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
12	350	–	угнута	плоский	$K_4 = 1,0$
13	750	Сцена тип А	угнута	угнута	$K_4 = 1,0$
14	500	Естрада тип А	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
15	320	–	угнута	плоский	$K_4 = 1,06$
16	840	Сцена тип Б	угнута	угнута	$K_4 = 1,06$
17	630	Естрада тип Б	угнута	угнута	$K_4 = 1,0$
18	460	Естрада тип А	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
19	250	–	угнута	плоский	$K_4 = 1,0$
20	820	Сцена тип Б	угнута	угнута	$K_4 = 1,06$
21	530	Естрада тип А	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
22	720	Сцена тип А	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
23	420	Естрада тип А	угнута	плоска	$K_4 = 1,0$
24	680	Естрада тип Б	угнута	угнута	$K_4 = 1,0$
25	380	Естрада тип А	угнута	плоский	$K_4 = 1,0$
26	760	Сцена тип Б	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
27	570	Естрада тип Б	угнута	угнута	$K_4 = 1,0$
28	490	Естрада тип А	угнута	плоска	$K_4 = 1,0$
29	780	Сцена тип Б	плоска	угнута	$K_4 = 1,0$
30	280	–	угнута	плоский	$K_4 = 1,06$

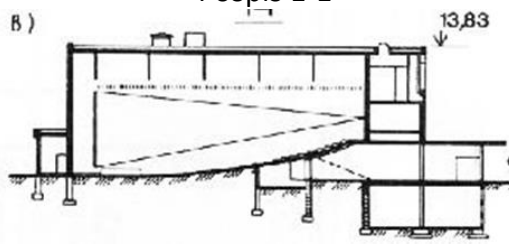
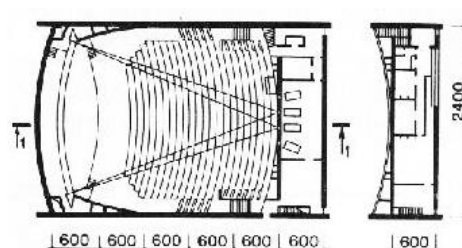
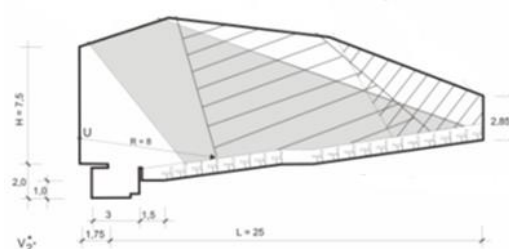
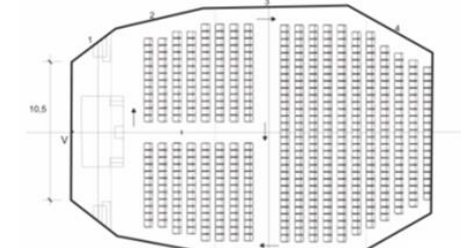
Таблиця Д.2 – Завдання для розділу «Акустика»

Ч.ч.	Схема розрізу	Схема плану	Місткість залу
1	2	3	4
1	<p>Розріз 1-1</p> 	<p>План залу</p> 	Зал на 100 місць
2	<p>Розріз 1-1</p> 	<p>План залу</p> 	Зал на 200 місць
3	<p>Розріз 2-2</p> 	<p>План залу</p> 	Зал на 150 місць
4	<p>Розріз 1-1</p> 	<p>План залу</p> 	Зал на 300 місць

Продовження таблиці Д.2

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

Закінчення таблиці Д.2

1	2	3	4
8	<p>Розріз 1-1</p> 	<p>План залу</p> 	<p>Зал на 600 місць</p>
9	<p>Розріз 1-1</p> 	<p>План залу</p> 	<p>Зал на 460 місць</p>

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичних занять, організації самостійної
та виконання розрахунково-графічної робіт
із навчальної дисципліни

«БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної форми навчання зі спеціальності
191 – Архітектура та містобудування)*

Укладач **АПАТЕНКО** Тетяна Миколаївна

Відповідальний за випуск *О. С. Безлюбченко*
Редактор *О. В. Михаленко*
Комп'ютерне верстання *Т. М. Апатенко*

План 2024, поз. 19М

Підп. до друку 11.04.2024. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 4,0.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.