

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**РОЗРАХУНОК НАДХОДЖЕННЯ ШКІДЛИВОСТЕЙ ДО
ПРИМІЩЕНЬ ЖИТЛОВИХ ТА ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ**

Методичні вказівки

до практичних занять, курсового та дипломного проектування
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція»
денної та заочної форм навчання

Київ 2023

УДК 697.911

Р64

Укладачі: А.С. Москвітїна, канд. техн. наук, асистент;

М.О. Шишина, асистент;

І.О. Пефтєва, асистент

Рецензент В.О. Мілейковський, д-р техн. наук, професор

Відповідальний за випуск К.М. Предун, д-р екон. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри теплогазопостачання
та вентиляції, протокол № 9 від 8 лютого 2023 року.*

В авторській редакції.

Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень
Р64 житлових та громадських будівель / уклад.: А.С. Москвітїна та ін. –
Київ: КНУБА, 2023. – 64 с.

Містять рекомендації до виконання окремих розділів курсових і дипломних проектів з дисциплін «Вентиляція», «Кондиціонування повітря», «Зональні системи кондиціонування» для всіх форм навчання. Наведено основні теоретичні положення, розрахункові залежності, довідкові матеріали та приклади розрахунку.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» денної та заочної форми навчання.

© КНУБА, 2023

ЗМІСТ

Загальні положення.....	4
1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря та параметри мікроклімату в зоні обслуговування (робочій зоні) приміщень.....	5
1.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	5
1.2. Параметри мікроклімату в зоні обслуговування (робочій зоні) приміщень громадських та адміністративно-побутових будівель.....	7
2. Розрахунок надходжень шкідливостей в приміщення.....	9
2.1. Надходження теплоти в приміщення.....	9
2.2. Надходження вологи в приміщення.....	25
2.3. Надходження вуглекислого газу.....	25
3. Складання теплового балансу приміщень.....	27
4. Приклад розрахунку.....	29
Список літератури.....	42
Додатки.....	44

Загальні положення

Основним призначенням систем вентиляції та кондиціонування повітря є створення та підтримання нормованих метеорологічних параметрів і чистоти повітря шляхом боротьби зі шкідливими виділеннями. Під терміном «шкідливості» у інженерній діяльності розуміють надлишкову теплоту, вологу (водяну пару) та газовиділення, що негативно впливають на самопочуття людини та протікання технологічних процесів.

У процесі складання теплового балансу для визначення необхідного повітрообміну потрібно визначити надходження теплоти для кожного приміщення. У приміщеннях різного призначення діють дві основні категорії теплових навантажень: теплові навантаження, що виникають ззовні приміщення (зовнішні); теплові навантаження, що виникають всередині будівель (внутрішні).

У житлових і громадських будівлях основним джерелом внутрішніх тепловиділень є люди, прилади штучного освітлення, опалювальні прилади. Залежно від призначення будівлі існують інші джерела шкідливих виділень: теплота від страв і технологічного обладнання у закладах громадського харчування, оргтехніки та іншого електричного обладнання у приміщеннях офісів, торгівельного обладнання у магазинах тощо. Зовнішнім джерелом надлишкової теплоти є сонячна радіація, що потрапляє до приміщення через світлові прорізи та непрозорі огорожувальні конструкції, припливне вентиляційне повітря.

Іншими шкідливостями у приміщеннях житлових і громадських будівель є волога та вуглекислий газ, що виділяються в процесі життєдіяльності людини та технологічних процесах (волога від страв у обідніх залах).

Розрахунок надходжень шкідливостей рекомендується виконувати за джерелами їх утворення (люди, сонячна радіація, штучне освітлення, тощо) окремо для кожного періоду року.

За результатами розрахунку теплових надходжень складається тепловий баланс для кожного періоду року.

1. Розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря

1.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Параметри зовнішнього повітря приймають залежно від потрібної забезпеченості внутрішніх умов в кондиціонованих приміщеннях, яка характеризується коефіцієнтом забезпеченості:

$$k_{\text{заб}} = \frac{Z - \Delta Z}{Z},$$

де Z – загальна тривалість періоду, год; ΔZ – тривалість відхилень умов від розрахункових, год.

Значення коефіцієнтів забезпеченості параметрів внутрішнього повітря для приміщень з різними характеристиками наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Коефіцієнти забезпеченості параметрів внутрішнього повітря

Характеристика приміщень	Рівень вимог	Коефіцієнт забезпеченості $k_{\text{заб}}$	Тривалість відхилень умов від розрахункових ΔZ , год
Особливо високі вимоги до санітарно-гігієнічних умов	Підвищений	Близько 1,0	Близько 0
Цілодобове перебування людей або цілодобовий технологічний процес	Високий	0,98	50
Обмежене в часі перебування людей	Середній	0,92	200
Короткочасне перебування людей	Низький	0,8	400

Температури зовнішнього повітря з відповідними показниками ступеня їх забезпеченості ($k_{\text{заб}} = 0,92; 0,98; 0,95; 0,99$), середня найхолоднішого місяця, середня за опалювальний період; тривалість опалювального періоду; розрахункові відносна вологість і швидкість вітру для холодного і теплого періодів року наведено в ДСТУ Н.Б.В.1.1-27 [2].

За аналітичними залежностями або за допомогою $I-d$ діаграми можуть бути визначені величини d_{ext} і I_{ext} відповідно.

Температуру зовнішнього повітря приймають за табл. 2 [2] згідно з [1]:

- для систем вентиляції та повітряного душення в теплий період року – температура зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99;
- для систем кондиціонування та охолодження повітря в теплий період року – температура зовнішнього повітря для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95;
- для систем вентиляції та кондиціонування повітря в холодний період року – температуру зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92.

Розрахункову відносну вологість і швидкість повітря беруть у холодний період року для січня, а у теплий – для липня:

Згідно з п. 5.16 [1] допускається приймати параметри зовнішнього повітря відмінні від нормативних (більш низькі у холодний період року та більш високі у теплий період року).

У разі проектування систем вентиляції, кондиціонування та охолодження повітря у містах з населенням більше 100 тисяч, а також при розташуванні приймальних пристроїв зовнішнього повітря на південно-східному, південному або південно-західному фасадах будівель, рекомендується приймати температуру зовнішнього повітря в теплий період року більшою за розрахункову на 1-3 °С.

В окремих випадках рівень вимог та відповідний коефіцієнт забезпеченості параметрів внутрішнього повітря можуть бути визначені технічним завданням на проектування.

Прийняті параметри зовнішнього повітря зводять до табл. 2.

Таблиця 2

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Період року	Розрахункова температура зовнішнього повітря, $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість $\varphi_{ext}, \%$	Ентальпія зовнішнього повітря, $I_{ext}, \text{кДж/кг}$	Вологовміст $d_{ext}, \text{г/кг}$	Швидкість вітру $v_B, \text{м/с}$
Теплий					
Холодний					

1.2. Параметри мікроклімату в зоні обслуговування (робочій зоні) приміщень громадських та адміністративно-побутових будівель

Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря в робочій зоні слід приймати залежно від функціонального призначення приміщення та періоду року відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [1]. Вимоги до якості внутрішнього повітря (рівня концентрації CO₂ у приміщенні) та рекомендовані типові значення для класифікації за рівнем концентрації CO₂ наведено у табл. Х.3 [1].

При розрахунках систем вентиляції для холодного періоду року параметри мікроклімату в зоні обслуговування громадських та адміністративно-побутових приміщень приймають, як правило, у межах оптимальних норм, для приміщень без постійного перебування людей – в межах допустимих норм.

При розрахунках системи вентиляції в теплий період року в зоні обслуговування та в робочій зоні громадських та адміністративно-побутових приміщень температуру та швидкість повітря приймають у межах оптимальних норм або у межах допустимих норм за неможливості забезпечення оптимальних параметрів через технологічні вимоги, технічну недосяжність або економічно обґрунтовану недоцільність.

Відносну вологість повітря, при розрахунках систем опалення та вентиляції приміщень усіх типів будівель, рекомендується брати у межах оптимальних норм, а для кліматичних районів з відносною вологістю зовнішнього повітря у липні $\geq 75\%$, допускається брати до 75 %.

Параметри мікроклімату приміщень для розрахунку систем кондиціонування та охолодження повітря в теплий період року беруть в межах оптимальних норм для всіх типів будівель (окрім приміщень, для яких параметри мікроклімату встановлені іншими нормативними документами). Відносну вологість в робочій зоні або в зоні обслуговування допускається брати за допустимими нормами (за відсутності вимог інших норм) з урахуванням економічної доцільності та технічної спроможності системи кондиціонування. За неможливості забезпечити допустимі параметри відносної вологості слід передбачати систему осушення або зволоження повітря.

У процесі проектування кондиціонування повітря комфортні умови в приміщенні приймають, зазвичай, рівними розрахунковим. При цьому розрахункова температура приміщення складає:

$$t_{wz} = 0,5 \cdot (t_{\Pi} + t_R),$$

де t_{Π} – температура в приміщенні, °С; t_R – радіаційна температура приміщення відносно поверхні тіла людини, °С.

Радіаційну температуру приміщення визначають за виразом

$$t_R = \sum_{i=1}^n \varphi_i \cdot t_i,$$

де φ_i – коефіцієнт опромінюваності i -тої поверхні в приміщенні поверхнею тіла людини; t_i – температура i -тої поверхні в приміщенні.

Коефіцієнти φ_i можна знайти за допоміжними графіками [9], одержаними на основі експериментального дослідження. Радіаційну температуру приміщення можна також визначити за наближеною залежністю як середньозважену температуру за площами навколишніх поверхонь.

Для переважної більшості приміщень, для яких проектують системи вентиляції, охолодження та кондиціонування повітря, таких як: глядацькі зали, читальні зали бібліотек, обідні зали ресторанів, приміщення адміністративних, навчальних, лікарняних, дитячих закладів, виробничі приміщення, в яких не має значних за розмірами технологічних нагрітих або охолоджених відносно температури повітря поверхонь, температура повітря та радіаційна температура мало відрізняються одна від одної, внаслідок чого для практичних розрахунків приймають $t_{wz} = t_{\Pi}$.

За наявності в приміщенні двох або більше зовнішніх огорожень, або системи радіаційно-променевого опалення або охолодження при виборі розрахункового значення t_{wz} необхідно враховувати радіаційну температуру приміщення та виконувати перевірку на відповідність температурного стану приміщення першій та другій умовам комфортності.

Прийняті і розраховані параметри внутрішнього повітря зводять до табл. 3.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Період року	Температура внутрішнього повітря, $t_{wz}, ^\circ\text{C}$	Відносна вологість ϕ , %	Швидкість повітря v , м/с	Рівень концентрації CO_2 у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm
Теплий				
Холодний				

2. Розрахунок надходжень шкідливостей до приміщення.

2.1. Надходження теплоти в приміщення.

Теплота, яка надходить у приміщення шляхом конвекції та випромінювання, називається *явною*, а теплота у вигляді водяної пари при видиханні людиною повітря і при випаровуванні з поверхні тіла або інших змочених поверхонь, а також з відкритих дзеркал води називається *прихованою* теплотою. Величина теплонадлишків для житлових, громадських та офісних приміщень є значенням, яке визначає величину повітрообміну, навантаження на обладнання системи кондиціонування повітря та параметри припливного повітря.

Надходження теплоти від людей

Під час життєдіяльності організм людини виділяє теплоту та вологу з різною інтенсивністю залежно від характеру діяльності та метеорологічних параметрів навколишнього середовища. Тепловіддача організму людини здійснюється кількома шляхами: конвекцією, випромінюванням та випаровуванням вологи з поверхні шкіри. Конвективний теплообмін організму людини з навколишнім середовищем збільшується при зниженні температури та підвищеній рухливості повітря відносно поверхні тіла. Конвективний теплообмін зменшується, якщо температура поверхні тіла дорівнює температурі навколишнього середовища. Чим вища температура навколишнього середовища, тим більша частка теплоти, що виділяється випаровуванням. Можливість виділення теплоти за рахунок випаровування рідини визначається ступенем насиченості повітря вологою.

Теплота, що виділяється від людей, має дві складові: *явна* променисто-конвективна теплота Q та *прихована* теплота (випаровування вологи з поверхні тіла людини та від дихання). Повна кількість теплоти Q_{hf} , яка виділяється організмом людини, залежить від ступеня важкості виконуваної нею роботи, теплозахисних властивостей одягу та температурного режиму приміщення. У довідковій літературі наведено величини питомих виділень теплоти, вологи та вуглекислого газу дорослими чоловіками. Прийнято вважати, що жінки виділяють 85 %, а діти 75 % від величини виділень теплоти чоловіками. Теплонадходження від людей у верхньому одязі слід визначати з коефіцієнтом 0,75.

Осереднені розрахункові значення виділення явної, повної теплоти і водяної пари від однієї людини залежно від важкості виконуваної роботи та температури оточуючого повітря, наведено в табл. 4.

Таблиця 4

**Надходження явної теплоти q , повної теплоти q_{hf}
та водяної пари w від однієї людини при різному рівні активності**

Температура повітря, °С		Важкість виконуваної роботи					
		Робота фізична важка	Робота фізична середня	Робота фізична легка	Робота розумова (установи, ВНЗ тощо)	Стан спокою (відпочинок)	Діти до 12 років
10	q , Вт	198	163	151	140	140	70
	q_{hf} , Вт	291	215	180	160	160	81
	w , г/год	135	70	40	30	30	15
15	q , Вт	163	134	122	116	116	58
	q_{hf} , Вт	291	209	157	140	140	70
	w , г/год	185	110	55	33	33	18
20	q , Вт	128	105	99	93	87	41
	q_{hf} , Вт	291	204	151	140	116	58
	w , г/год	240	140	75	70	40	22
25	q , Вт	93	70	64	58	58	29
	q_{hf} , Вт	291	198	145	140	93	42
	w , г/год	295	185	115	105	50	25
30	q , Вт	52	41	41	41	41	23
	q_{hf} , Вт	291	198	145	140	93	42
	w , г/год	353	230	150	140	75	35
35	q , Вт	12	6	6	6	6	3
	q_{hf} , Вт	250	198	145	140	93	42
	w , г/год	415	280	200	195	130	66

Розрахунки виконують окремо за явними та повними тепловиділеннями:

- повна кількість теплоти, Вт:

$$Q_{hf} = \sum q_{hf} \cdot n_i, \quad (1)$$

де q_{hf} – питома виділення повної теплоти однією людиною залежно від ступеня важкості роботи та температури робочої зони (табл. 4), Вт/люд;
 n_i – число людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд;

- явна кількість теплоти, Вт:

$$Q = \sum q \cdot n_i, \quad (2)$$

де q – питома виділення явної теплоти однією людиною (табл. 4), Вт/люд;
 n_i – число людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд.

Категорії робіт поділяють за важкістю на основі загальних енергетичних витрат організму:

- легкі (категорія I) – до 174 Вт;
- середньої тяжкості (категорія II) – до 290 Вт;
- важкі (категорія III) – понад 290 Вт.

Легкі фізичні роботи поділяють на категорії Ia – енерговитрати до 139 Вт і Ib – 140-174 Вт. До **категорії Ia** відносяться роботи, що виконуються сидячи і супроводжуються незначним фізичним напруженням, а до **категорії Ib** – роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням і супроводжуються деяким фізичним напруженням. Фізичні роботи середньої важкості поділяють на категорії IIa - 175-323 Вт і IIб - 233-290 Вт.

Категорія IIa – роботи, пов'язані з постійним ходінням, переміщенням дрібних виробів (до 1 кг) або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. **Категорія IIб** – роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням і перенесенням вантажу до 10 кг і супроводжуються помірним фізичним напруженням. До важких робіт **категорії III** належать роботи, пов'язані з постійними пересуваннями, переміщеннями і перенесенням значних вантажів (понад 10 кг) і вимагають великих фізичних зусиль.

Надходження теплоти від людей визначаються окремо для теплого та холодного періоду року, оскільки розрахункова температура повітря у приміщенні може різнитися.

Теплонадходження від приладів штучного освітлення

Надходження теплоти від приладів штучного освітлення відбувається за рахунок трансформації електричної енергії в теплову. Теплонадходження від джерел загального освітлення враховують залежно від часу доби, умов експлуатації приміщень і наявності прорізів природнього освітлення.

Для приміщень, що мають природне освітлення, теплонадходження від джерел штучного освітлення враховують тільки в холодний період року. Для глядацьких залів кінотеатрів і театрів теплонадходження від штучного освітлення враховувати не потрібно, оскільки освітлення використовується тільки в перервах між сеансами і рівень освітленості значно нижче.

Вважається, що вся енергія, що витрачається на освітлення (при використанні світильників без відсмоктування від них нагрітого повітря), перетворюється на теплоту, яка надходить до приміщення.

Якщо потужність приладів освітлення відома, теплонадходження $Q_{осв}$, Вт визначаються як:

$$Q_{осв} = \sum 1000 \cdot N_{осв} \cdot n, \quad (3)$$

де $N_{осв}$ – потужність світильників, кВт; n – кількість світильників у приміщенні.

Якщо точна потужність приладів освітлення невідома, то теплонадходження $Q_{осв}$, Вт можна визначити за рівнем нормованої освітленості та площею приміщення:

$$Q_{осв} = E \cdot A \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad (4)$$

де E – нормативний рівень освітленості (табл. 5), Лк; A – площа підлоги приміщення, м²; $q_{осв}$ – питомі виділення теплоти, Вт/(м²·Лк), (табл. 6); $\eta_{осв}$ – доля теплової енергії, що поступає в приміщення в залежності від способу установки світильників: якщо вони розміщені поза приміщенням (за заклоною поверхнею, на горищі або в підшивній стелі, вентилязовані

світильники тощо), для люмінесцентних світильників $\eta_{осв}=0,55$, для ламп розжарення $\eta_{осв}=0,85$.

Таблиця 5

Нормативний рівень освітленості приміщень різного призначення

№	Приміщення	Освітленість, лк
<i>Адміністративні будинки</i>		
1	Кабінети, робочі кімнати і офіси, приміщення для відвідувачів, приміщення обслуговуючого персоналу	300
2	Проектні зали і кімнати, конструкторські, креслярські бюро	500
3	Приміщення для роботи з дисплеями і відеотерміналами, дисплейні зали	400
4	Конференц-зали, зали засідання	300
5	Читальні зали	400
<i>Банківські та страхові установи</i>		
6	Операційний зал, кредитна група, касовий зал, приміщення для перерахування грошей	400
7	Приміщення для обслуговування фізичних осіб	300
<i>Заклади загальної середньої, професійної та вищої освіти</i>		
8	Класні кімнати, аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії закладів середньої освіти, професійно-технічних закладів	400
9	Аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії у вищих навчальних закладах	400
10	Спортивні, фізкультурно-спортивні зали	200
11	Актові зали, кіноаудиторії	200
<i>Установи для дозвілля</i>		
12	Зали багатоцільового призначення	400
13	Театральні зали для глядачів, концертні зали	300
14	Клубні зали для глядачів, клуби-вітальні, приміщення для дозвілля, зібрань, фойє театрів	200
15	Виставкові зали	200
16	Зали для глядачів кінотеатрів	200
17	Фойє кінотеатрів, клубів	150
18	Кімнати гуртків, музичні класи	300
19	Приміщення гральних автоматів, настільних ігор, більярдна	300
20	Зал комп'ютерних ігор	300
<i>Фізкультурно-оздоровчі заклади</i>		
21	Зали спортивних ігор	200
22	Зал басейну	150
23	Кегельбан	200
<i>Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства)</i>		
24	Обідні зали ресторанів, їдалень, кафе, барів	200
25	Гарячі цехи, холодні цехи, доготівельні й заготівельні цехи	200
26	Кондитерські цехи, приміщення для борошняних виробів	300

№	Приміщення	Освітленість, лк
<i>Магазини</i>		
27	Торгові зали супермаркетів	500
28	Торговельні зали магазинів: книжкових, готового одягу, білизни, взуття, тканин, хутряних виробів, головних уборів, парфумерних, галантерейних, ювелірних, електро-, радіотоварів, продовольчих товарів без самообслуговування	300
29	Торговельні зали продовольчих магазинів з самообслуговуванням	400
30	Торговельні зали магазинів: посуду, меблів, спортивних товарів, будматеріалів, електропобутових приладів, канцелярських товарів	200
31	Зали демонстрації нових товарів (шоуруми)	300

Нормативний рівень освітленості для інших типів приміщень наведено у ДБН В.2.5-28:2018 [11].

Таблиця 6

Питомі виділення теплоти від люмінесцентних ламп

Світильник	Розподілення світлового потоку		$q_{\text{осв}}$, Вт/(м ² ·лк) для приміщень площею, м ²					
			<50		50...200		>200	
			Висота приміщення, м					
	вгору	вниз	>3,6	<3,6	>3,6	<3,6	>4,2	<4,2
Прямого світла	0...10	100...90	0,1	0,077	0,073	0,058	0,067	0,058
Переважно прямого світла	10...40	90...60	0,12	0,091	0,076	0,073	0,083	0,071
Дифузійно розсіяного світла	40...60	60...40	0,166	0,116	0,087	0,079	0,094	0,077
Преважно відбитого світла	60...90	40...10	0,233	0,166	0,152	0,114	0,141	0,108
Відбитого світла	90...100	10...0	0,264	0,181	0,155	0,116	0,145	0,108

Примітка. Під час використання ламп розжарювання цифрові дані таблиці необхідно множити на поправковий коефіцієнт 2,75.

Надходження теплоти від електрообладнання у адміністративних та офісних приміщеннях

Основним обладнанням офісних приміщень є персональні комп'ютери, периферійна техніка, проектори у конференц-залах, тощо. Надходження теплоти відбувається за рахунок трансформації електричної енергії в теплову. У процесі розрахунку теплонадходжень необхідно враховувати коефіцієнт завантаженості приладів та одночасність їх роботи. Для спрощеного розрахунку теплонадходження приймаються в розмірі 30 % від споживаної потужності.

$$Q_e = N_e \cdot n \cdot \eta, \quad (5)$$

де N_e – номінальна електрична потужність обладнання, Вт; n – кількість одиниць обладнання, шт, η – коефіцієнт завантаженості обладнання (задається завданням на проектування).

Надходження теплоти у разі остигання їжі у закладах харчування

У процесі споживання їжі відвідувачами відбувається поступове остигання страв з одночасним виділенням вологи. Тепловиділення від гарячої їжі, що остигає, $Q_{г.ї}$, Вт, визначаються за формулою:

$$Q_{г.ї} = \frac{m \cdot c \cdot (t_{п} - t_{к}) \cdot n_i}{3600 \cdot \tau}, \quad (6)$$

де m – середня маса усіх страв, що приходяться на одного відвідувача, в середньому приймається 0,85 кг; c – середня теплоємність усіх страв, 3,35 кДж/(кг·°С); $t_{п}, t_{к}$ – температура страв відповідно на початку та в кінці споживання, °С, приймається $t_{п} = 70^{\circ}\text{C}$, $t_{к} = 40^{\circ}\text{C}$; n_i – кількість відвідувачів, чол.; τ – тривалість прийому їжі одним споживачем (для ресторанів – 1 год, для кафе та їдалень з обслуговуванням офіціантами – 0,5...0,75 год., для закладів ресторанного господарства з самообслуговуванням – 0,3 год)

Теплонадходження за рахунок сонячної радіації

Надходження теплоти, Q , Вт, в приміщення від сонячної радіації через заклені світлові прорізи і масивні огорожувальні конструкції будівель різного призначення для найбільш жаркого місяця року (липня) і заданої години доби, слід розраховувати за формулою:

$$Q = \sum_{i=1}^a Q_i + \sum_{i=1}^b Q_m, \quad (7)$$

де Q_i – тепловий потік, Вт, через i -й світловий отвір; Q_m – тепловий потік, Вт, через i -у масивну огорожу; a – кількість світлових прорізів; b – кількість масивних огорож.

Теплонадходження через світлопрозорі огорожувальні конструкції

Тепловий потік через i -й застклений світловий отвір (далі «світловий проріз»), Вт, слід визначати за формулою:

$$Q_i = Q_{co,i} \cdot a_n + Q_{\Delta t}, \quad (8)$$

де $Q_{co,i}$ – тепловий потік прямої і розсіяної сонячної радіації (далі «сонячної радіації») через застклений світловий отвір, Вт; a_n – показник поглинання теплового потоку сонячної радіації огороженнями та обладнанням приміщення, визначається за дод. А, табл. А.5; $Q_{\Delta t}$ – тепловий потік теплопередачею через світловий отвір.

Тепловий потік сонячної радіації через світловий отвір, Вт, розраховується за формулою:

$$Q_{co,i} = (I_p K_1 + I_r K_2) K_3 \cdot K_4 \cdot A_v, \quad (9)$$

де I_p, I_r – поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м², через застклений світловий отвір в липні в даний час доби, відповідно від прямої (I_p) і розсіяної (I_r) сонячної радіації, яка приймається для вертикального і горизонтального скління за дод. А, табл. А.1; K_1 – коефіцієнт опромінення прямою сонячною радіацією для обліку площі світлового прорізу, незатемненого горизонтальною $K_{п,Г}$ і вертикальною $K_{п,В}$ площинами в будівельному виконанні, визначається за п.п. 3 [32]; K_2 – коефіцієнт опромінення для обліку надходження розсіяної сонячної радіації через світлові прорізи, незатемнені горизонтальною і вертикальною зовнішніми сонцезахисними площинами в будівельному виконанні [32]; K_3 – коефіцієнт теплопроникності сонцезахисних пристроїв (штори, карнизи, жалюзі та ін. вироби заводського

виготовлення), приймається за дод. А, табл. А.3; K_4 – коефіцієнт теплопроникності скління світлових прорізів, приймається за дод. А, табл. А.3; A_B – площа заклоєної частини світлового прорізу (скління), м².

Коефіцієнт K_1 визначається за формулою:

$$K_1 = K_{п,Г} \cdot K_{п,В}; \quad (10)$$

$$K_{п,Г} = 1 - H^{-1} \left(\frac{l_1 \operatorname{tg} h_s}{\cos A_{s,oc}} - r \right); \quad (11)$$

$$K_{п,В} = 1 - B^{-1} (l_2 | \operatorname{tg} A_{s,oc} | - s), \quad (12)$$

де H, B – висота і ширина світлового прорізу, м (рис. 1); l_1, l_2 – ширина горизонтальних і вертикальних будівельних сонцезахисних площин (рис. 1); h_s – висота сонця – кут, град., між напрямком сонячного променя і його проекцією на горизонтальну площину, приймається за дод. А, табл. А.4; $A_{s,oc}$ – сонячний азимут скління світлового прорізу, град., що визначається за формулою (13); r, s – відстань, від сонцезахисних площин відповідно до вертикального або горизонтального краю світлового прорізу, м, (рис. 1). При відсутності зовнішніх сонцезахисних площин слід приймати $r = s = 0$.

Якщо при обчисленнях за формулами (11) та (12):

а) $K_{п,Г} \leq 0$ або $K_{п,В} \leq 0$, то слід прийняти $K_1 = 0$, тобто світловий проріз повністю затінений;

б) $K_{п,Г} > 1$ або $K_{п,В} > 1$, то слід прийняти $K_1 = 1$, тому що тінь від сонцезахисного пристрою не доходить до світлового прорізу.

Сонячний азимут світлового прорізу, $A_{s,oc}$, град., визначається різницею кутів азимута сонця і азимута світлового прорізу.

$$A_{s,oc} = |A_s - A_{oc}|, \quad (13)$$

де A_s – азимут сонця, град., кут між напрямком на південь і горизонтальною проекцією сонячного променя (рис. 1б), приймається за дод. А, табл. А.4; A_{oc} – азимут світлового прорізу, град., кут між перпендикуляром до скління і напрямком на південь (рис. 1б). Азимути

світлових прорізів, орієнтовані за основними сторонами світу мають такі значення: ПдСх - 45°, Сх - 90°, ПнСх - 135°, Пн - 180°, Пд ±0°, ПдЗх - 45°, Зх - 90°, ПнЗх - 135°.

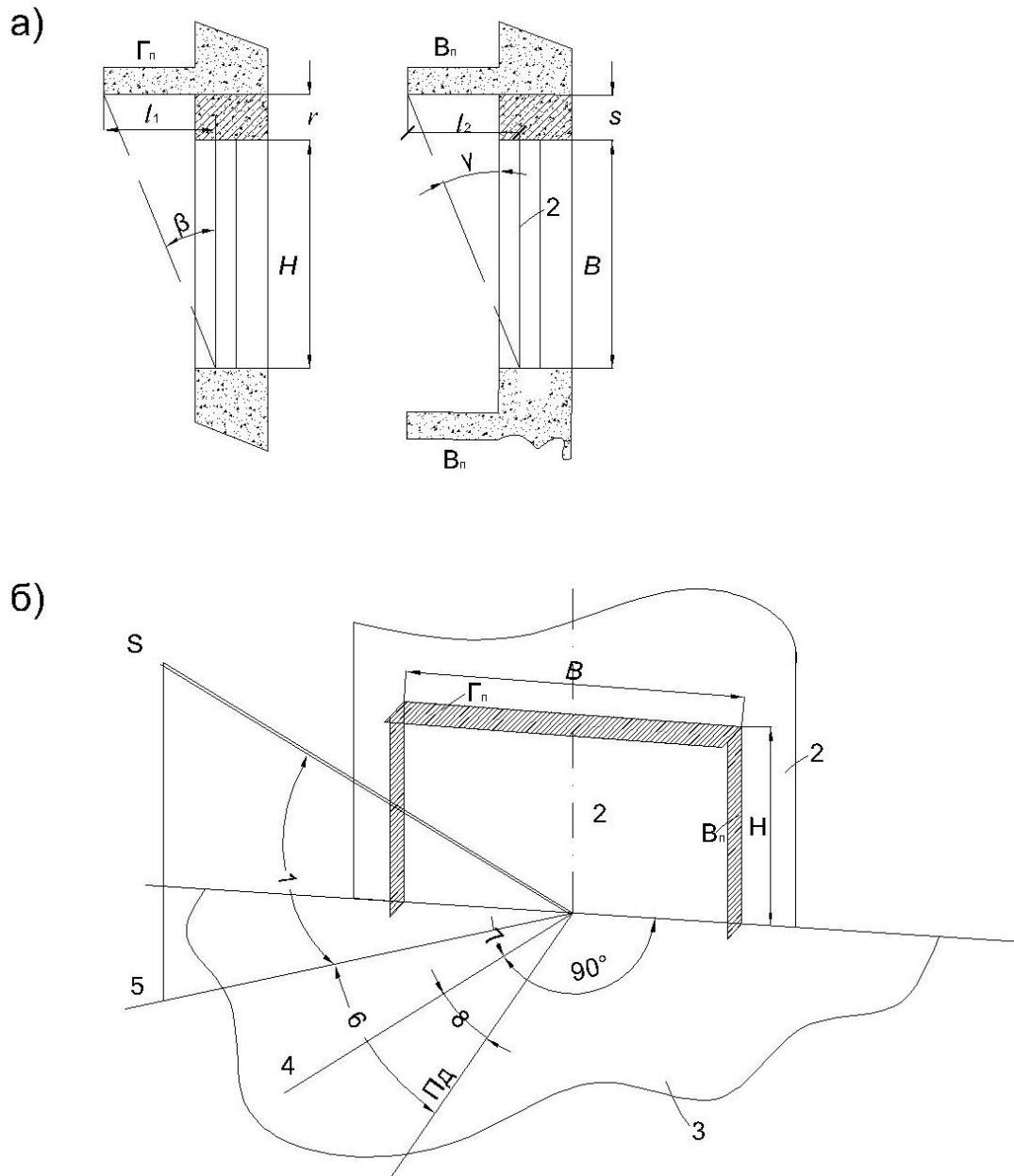


Рис. 1. Світловий проріз із сонцезахисними площинами:
 а – будівельні розміри світлового прорізу та розміри зовнішніх сонцезахисних площин;
 б – схема впливу висоти та азимуту сонця на світловий проріз; H – висота прорізу;
 B – ширина прорізу; Γ_n – горизонтальна сонцезахисна площина; B_n – сонцезахисна
 площина; l – висота сонця, h_s , град.; 2 – площина світлового прорізу; 3 – площина

перпендикулярна до світлового прорізу; 4 – перпендикуляр до площини світлового прорізу; 5 – проекція сонячного променя на площину 3; 6 – азимут сонця, A_s град.; 7 – сонячний азимут скління світлового прорізу, $A_{s,oc}$, град.; 8 – азимут світлового прорізу, A_{oc} , град.

Коефіцієнт K_2 визначається за формулою:

$$K_2 = K_\Gamma \cdot K_B. \quad (14)$$

Коефіцієнти K_Γ, K_B приймаються за дод. А, табл. А.2 в залежності від сонцеазисних кутів, утворених площинами l_1, l_2 по рис. 1а, які визначали за формулами:

$$\beta = \arctg \left[\frac{l_1}{(H + r)} \right]; \quad (15)$$

$$\gamma = \arctg \left[\frac{l_2}{(B + s)} \right]. \quad (16)$$

Показник a_n характеризує поглинання огороженнями та обладнанням приміщення теплового потоку прямої та розсіяної сонячної радіації, що передається повітрю конвективними потоками, визначеними за дод. А, табл. А.5 відповідно до величини відношення $\sum Y/\Delta$, у яких $\sum Y$ – показник сумарного засвоєння теплоти огороженнями і обладнанням приміщення, Вт/°С:

$$\sum Y = Y_1 A_1 + Y_2 A_2 + \dots + Y_{oc} A_n + Y; \quad (17)$$

$$\Delta = 2,55 \cdot (A_1 + A_2 + \dots + A_n + A_B), \quad (18)$$

де $Y_1 \dots + Y_n$ – коефіцієнти теплосасвоєння, Вт/(м²·°С), для стін, покриттів і підлоги, розраховуються згідно з методикою, наведеною в п. Д.1.5 [8]; $A_1 \dots A_n$ – внутрішні поверхні огорожень приміщень і поверхні обладнання, м²; Δ – показник інтенсивності конвективного теплообміну в приміщенні, Вт/°С.

Тепловий потік теплопередачею через світловий отвір розраховується за формулою, Вт:

$$Q_{\Delta t} = (t_3 + 0,5 \cdot \theta_1 \cdot A_{t_3 \text{роз}} - t_{\text{п}}) \cdot \frac{A_{\text{в}}}{R_{\text{oc}}}, \quad (19)$$

де t_3 – середня температура в липні, °С, приймається за ДСТУ-Н Б В.1.1-27; $A_{t_3 \text{роз}}$ – розрахункова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, °С, визначається за формулою (20); θ_1 – коефіцієнт, що виражає гармонійні коливання температур зовнішнього повітря, приймається за дод. А, табл. А.6; $t_{\text{п}}$ – температура повітря в приміщенні, °С, $A_{\text{в}}$ – площа вікон, м²; R_{oc} – термічний опір світлопрозорої конструкції, (м²·°С)/Вт.

У процесі визначення надходжень теплоти для розрахунку систем вентиляції величину $Q_{\Delta t}$ допускається не враховувати:

$$A_{t_3 \text{роз}} = A_{t_3} + \frac{\chi \cdot (J_{\text{max}} - J_{\text{сер}})}{\alpha_{\text{зл}}}, \quad (20)$$

де A_{t_3} – середня амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні, °С, приймається згідно з табл. 2 [2] для району забудови; χ – коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом поверхні огорожувальної конструкції (див. дод. Б, табл. Б.7); $J_{\text{max}}, J_{\text{сер}}$ – відповідно максимальне та середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), Вт/м², що потрапляє в липні на горизонтальну або вертикальну поверхню (див. дод. Б, табл. Б.1-Б.6); $\alpha_{\text{зл}}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження у літніх умовах експлуатації, визначається за формулою (21).

$$\alpha_{\text{зл}} = 1,16 \cdot (5 + 10\sqrt{v}), \quad (21)$$

де v – мінімальна з середніх швидкостей вітру по румбах за липень, м/с, повторюваність яких складає 16 % і більше, прийнята згідно [2], але не менше ніж 1 м/с.

Результати розрахунку зводимо до табл. 7.

Теплонадходження через світлопрозорі конструкції

№ з/п	Назва приміщення	Орієнтація	Площа A_B , м ²	Показник	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				$Q_{п}$, (Вт)									
				$Q_{р}$, (Вт)									
				h_s , (град.)									
				$A_{s,oc}$, (град.)									
				$Q_{co,i}$, (Вт)									
				$a_{п}$									
				θ_1									
				$Q_{\Delta t}$, (Вт)									
				Q_i , (Вт)									

Теплонадходження через масивні огорожувальні конструкції

Тепловий потік, Вт, через масивну огорожувальну конструкцію (зовнішню стіну або перекриття) Q_M , для даної години доби (Z) необхідно визначити за формулою:

$$Q_M = \left[\frac{1}{R} \left(t_{зовн} + \chi \frac{J_{сер}}{\alpha_{зл}} - t_{вн} \right) + \beta \frac{\alpha_{вн}}{\nu} \left(0,5 \cdot \theta_1 \cdot A_{t_{роз}} + \frac{\chi}{\alpha_{зл}} \theta_2 \cdot A_j \right) \right] A_M, \quad (22)$$

де R – опір теплопередачі масивної огорожувальної конструкції (зовнішня стіна, перекриття), (м²·°C)/Вт, розраховується за [3];

$J_{\text{сер}}$ – середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), Вт/м², що потрапляє в липні на горизонтальну або вертикальну поверхню (див. дод. Б, табл. Б.1-Б.6); β – коефіцієнт, що враховує наявність або відсутність повітряного прошарку, приймається рівним 1 при відсутності вентиляційного повітряного прошарку в огороженні та 0,6 для усіх інших огорожувальних конструкцій; χ , $\alpha_{\text{зл}}$, $A_{t_{\text{зроз}}}$ – те ж саме, що у формулах (19, 20); $\alpha_{\text{вн}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороження Вт/(м²·°С), [7]; ν – величина затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря в огорожуючій конструкції; θ_1, θ_2 – коефіцієнти гармонійної зміни температури зовнішнього повітря, обираються для кожної години доби відповідно при $\varepsilon_1 = \varepsilon + 15$; $\varepsilon_2 = \varepsilon + z$; ε – запізнення температурних коливань в огороженні; z – година максимуму сумарної (прямої та розсіяної) сонячної радіації (див. дод. Б, табл. Б.1-Б.6); A_M – площа масивної огорожуючої конструкції (зовнішня стіна, перекриття), м²; A_j – амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), що визначається за формулою (27).

Величину затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря в огорожувальній конструкції, визначаємо за формулою:

$$\nu = 2^{\sum D} \left(0,83 + 3 \frac{\sum R}{\sum D} \right) \nu_e \cdot \nu_a, \quad (23)$$

Для багатошарової конструкції:

$$\nu_e = 0,85 + 0,15 \frac{s_1}{s_2}. \quad (24)$$

Для конструкцій з повітряним прошарком:

$$\nu_a = 1 + 0,5 R_a \frac{\sum D}{\sum R}, \quad (25)$$

де $\sum D$ – теплова інерція огороження, розраховується за [8]; $\sum R$ – термічний опір огороження Вт/(м²·°С), розраховується за [3];

S_1, S_2 – коефіцієнти теплосасвоєння матеріалів першого і другого шарів по ходу теплової хвилі, Вт/(м²·°C), приймається за дод. А [7].

$$\sum D = \sum (R \times S).$$

Запізнення температурних коливань в огорожувальній конструкції, ε , в годинах, визначається за формулою:

$$\varepsilon = 2,7 \sum D - 0,4. \quad (26)$$

Амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної) A_j , Вт/м², визначається за формулою:

$$A_j = J_{max} - J_{сер}, \quad (27)$$

де $J_{max}, J_{сер}$ – те ж саме, що у формулі (19).

Результати розрахунків зводимо до табл. 8.

Таблиця 8

Теплонадходження через масивні огорожувальні конструкції

№ пор.	Назва приміщення	Орієнтація	Площа, $A_m, \text{м}^2$	Показник	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				θ_1									
				θ_2									
				$Q_M, \text{Вт}$									

Для визначення загальних теплонадходжень до приміщення від різних джерел результати розрахунків зводимо до табл. 9.

Таблиця 9

Загальні теплонадходження до приміщення

№	Назва приміщення	Джерело теплонадходжень	Теплонадходження, Вт									
			8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Люди (повна/явна теплота)										
		Освітлення										
		Обладнання										
		Сонячна радіація через вікна										
		Сонячна радіація через стіни										
		Сонячна радіація через покриття										
		Разом										

2.2. Надходження вологи в приміщення

Надходження вологи від людей

Надходження водяної пари до приміщення від людей визначається за даними табл. 4 залежно від температури у приміщенні та виду виконуваної роботи за формулою:

$$W_{\text{л}} = w_{\text{л}} \cdot n_i, \quad (28)$$

де $w_{\text{л}}$ – питомі вологонадходження від однієї людини (в залежності від виду діяльності та температури робочої зони), г/год, приймається за табл. 4; n_i – кількість людей у приміщенні з даною інтенсивністю навантаження, люд.

Надходження вологи при остиганні їжі у закладах харчування.

Надходження вологи в обідню залу підприємства харчування від їжі, що остигає, кг/год, визначається за формулою:

$$W_{\text{г.ї}} = k \cdot \frac{m \cdot c \cdot (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}) \cdot n_i}{\tau \cdot (2500 + c_{\text{вп}} \cdot t_{\text{сер}}) \cdot 10^{-3}}, \quad (29)$$

де k – коефіцієнт, який враховує нерівномірність споживання їжі, а також наявність на стравах жирової плівки, що перешкоджає вільному випаровуванню вологи, приймається 0,34; m , c , $t_{\text{п}}$, $t_{\text{к}}$, n_i , τ – те ж саме, що в формулі (6); $c_{\text{вп}}$ – теплоємність водяної пари, 1,81 кДж/(кг·°С); $t_{\text{сер}}$ – середня температура страви, °С.

2.3. Надходження вуглекислого газу в приміщення

За активної діяльності людей в приміщеннях склад повітря змінюється. Повітря забруднюється, оскільки в навколишнє середовище при диханні виділяються шкідливі газоподібні забруднювачі: сірководень, аміак, ацетон, вуглекислий газ і інші домішки.

Вуглекислий газ або діоксид вуглецю – CO_2 , відносять до особливо шкідливих газів, які при достатній концентрації негативно впливають на організм людини. Людина вдихає повітряну суміш, що містить до 20,9 %

кисню і до 0,03-0,04 % вуглекислого газу, а видихає повітря, в якому до 16,3 % кисню і до 4 % вуглекислого газу. Тому у будь-якому приміщенні концентрація діоксиду вуглецю, поряд з іншими шкідливими випаровуваннями, поступово збільшується і, якщо люди знаходяться там тривалий час, може стати небезпечною. Також CO₂ значною мірою впливає на розумову діяльність та зосередженість. Концентрація цього газу визнана індикатором загального забруднення повітря в приміщенні.

Інтенсивність виділення вуглекислого газу людиною залежить від характеру виконуваної роботи та визначається за формулою:

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} \cdot n, \quad (30)$$

де m_{CO_2} – кількість вуглекислого газу, яка виділяється однією людиною, г/год, приймається за табл. 10; n – число людей у приміщенні з однаковою інтенсивністю навантаження, люд.

Таблиця 10

Виділення вуглекислого газу людьми

Вікові категорії та характер роботи, що виконується	При температурі організму людини 36,6 °С	
	Об'ємне виділення CO ₂ , л/год	Масове виділення CO ₂ , г/год
Дорослі люди при виконанні роботи:		
розумова (стан спокою)	23	45
легка фізична	30	60
важка фізична	45	90
Діти до 12 років	12	24

3. Складання теплового балансу приміщень.

Тепловий баланс розрахункового приміщення складається для визначення надлишків або нестачі теплоти, які має компенсувати система забезпечення мікроклімату приміщень. У приміщенні, в якому підтримується постійний (стаціонарний, незмінний в часі) тепловий режим, має спостерігатися тепловий баланс. Для приміщень з нестаціонарним тепловим режимом у тепловому балансі потрібно окремо враховувати складові, що мають змінні значення залежно від періоду року, режиму роботи, особливостей технологічних процесів, тощо. Відзначимо, що терміни «теплонадходження» і «тепловтрати» відображають лише напрямки потоків теплоти: теплонадходження – це потік теплоти усередину приміщення, а тепловтрати – потік теплоти із приміщення.

Загалом тепловий баланс приміщення можна записати у вигляді:

$$\pm \Delta Q = \sum Q_{\text{надх}} + \sum Q_{\text{втр}},$$

де $\sum Q_{\text{надх}}$ – загальні надходження теплоти в приміщення, Вт (табл. 9); $\sum Q_{\text{втр}}$ – загальні втрати теплоти приміщенням, Вт (враховуються зі знаком «←»).

У теплий період року, коли відсутні тепловтрати, тепловий баланс складається тільки з теплонадходжень. Враховують тільки ті види надходжень теплоти, які можуть виникати одночасно.

У холодний період року при складанні теплового балансу приміщень та визначенні температури припливного повітря в центральній системі кондиціонування повітря слід враховувати теплонадходження від опалювальних приладів системи опалення. Якщо основна система опалення існує, то за умови підтримання постійної температури повітря центральною системою кондиціонування повітря, в години максимальних теплонадходжень вона має працювати зі зниженою потужністю, що досягається регулюванням температури внутрішнього повітря термостатами на опалювальних приладах. При використанні вентиляторних доводників як опалювальних приладів в холодний період року складають рівняння теплового балансу з урахуванням втрат теплоти через огорожувальні конструкції. Витрата теплоти на підігрів повітря, що

інфільтрується, можна не враховувати, якщо при роботі системи кондиціонування повітря забезпечується підпір повітря в приміщенні. Для виявлення розрахункових (максимальних) надлишків чи дефіциту теплоти у приміщенні необхідно підсумувати потоки теплоти з відповідними знаками від різних джерел: людей, огорож, освітлення, технологічних тепловиділень за кожною годиною, склавши зведену таблицю для кожного приміщення. Для кожного періоду року визначається розрахункова година та максимальні значення, що відповідають цій годині. У холодний період існує складність у визначенні теплонадходжень від сонячної радіації через огороження, допускається не враховувати цю складову як для похмурого дня. Погодинний розрахунок навантаження на систему кондиціонування повітря необхідний для правильного вибору продуктивності системи з урахуванням економії витрат на вироблення холоду та теплоти.

Результати складання теплового балансу приміщення зручно подавати у табличній формі (табл. 11).

Таблиця 11

Тепловий баланс приміщення

Назва приміщення	Об'єм, $V_{пр}$, m^3	Період року	Вид теплоти	Надходження, Вт	Втрати, Вт	Надлишки (нестача), Вт	Теплонапруженість, $Вт/m^3$
		Теплий	Явна				
			Повна				
		Холодний	Явна				
			Повна				

Примітки:

1. У кожному розрахунковому періоді враховують ті види втрат і надходжень теплоти, які можуть діяти спільно.
2. Для систем вентиляції в теплий період року враховуємо найбільше значення теплоти із складових освітлення та сонячної радіації при складанні рівняння теплового балансу.

4. Приклад розрахунку

На прикладі приміщення № 3 (комп'ютерний клас), план якого наведено на рис. 2, проведемо розрахунок надходжень шкідливостей.

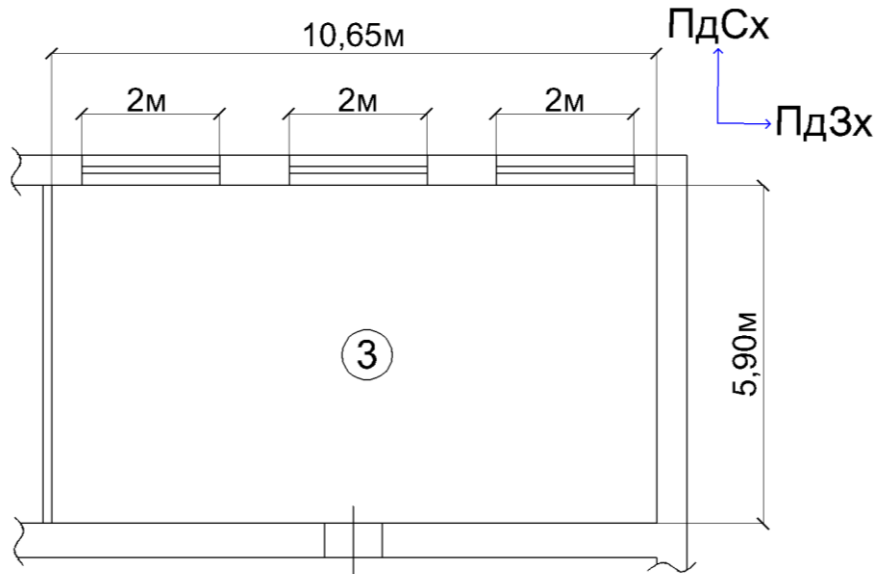


Рис. 2. План розрахункового приміщення № 3 – комп'ютерного класу

4.1. Теплонадходження від людей

Вихідні дані:

Кількість людей в приміщенні $n = 31$;

Повна кількість теплоти для приміщення №3 визначається за формулою (1), Вт:

$$Q_{hf} = q_{hf} \cdot n = 95 \cdot 31 = 2945 \text{ Вт},$$

де q_{hf} – питома виділення повної теплоти однією людиною Вт/люд., приймається за табл. 4.; за сидячої діяльності та температури в приміщенні 25°C $q_{hf} = 95$ Вт; n – кількість людей в приміщенні, приймається за завданням.

Явна кількість теплоти для приміщення № 3 визначається за формулою (2):

$$Q = q \cdot n = 60 \cdot 31 = 1860 \text{ Вт}.$$

де q – питоме виділення явної теплоти однією людиною Вт/люд., приймається за табл. 4. За сидячої діяльності та температури в приміщенні 25 °С $q = 60$ Вт;

4.2. Теплонадходження від джерел штучного освітлення

Вихідні дані:

Площа приміщення $F_n = 62,83$ м².

Оскільки точна потужність приладів освітлення невідома, то знаходимо теплонадходження за рівнем нормованої освітленості та площею для приміщення № 3 за формулою (4):

$$Q_{\text{осв}} = E_{\text{осв}} \cdot F_n \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}} = 400 \cdot 62,83 \cdot 0,1 \cdot 0,55 = 1382 \text{Вт},$$

де $E_{\text{осв}}$ – нормативний рівень освітленості, лк, приймається за табл. 5. Для навчальних аудиторій $E_{\text{осв}} = 400$ лк; F_n – площа приміщення, м²; $q_{\text{осв}}$ – питомі тепловиділення від ламп, Вт/м²·лк, приймається за табл. 6. Для люмінесцентних ламп приймається в межах 0,05-0,13 Вт/м²·лк; $\eta_{\text{осв}}$ – доля теплової енергії, що надходить до приміщення в залежності від способу установки світильників; Допускається прийняти $\eta_{\text{осв}} = 0,55$.

4.3. Теплонадходження від електрообладнання

Вихідні дані:

Вид і кількість приладів: комп'ютери – 31; проектори – 1; принтери – 1.

Для приміщення № 3 теплонадходження від джерел обладнання розраховуються за формулою (5):

$$Q_{\text{тех}} = N \cdot n \cdot \eta = (500 \cdot 31 \cdot 0,8) + (600 \cdot 1 \cdot 0,8) + (800 \cdot 1 \cdot 0,8) = \\ = 13520 \text{Вт},$$

де N – номінальна електрична потужність приладу, Вт. Приймається для комп'ютера – 500 Вт, багатофункціонального принтера – 800 Вт, проектора – 600 Вт; n – кількість приладів; η – коефіцієнт завантаженості обладнання. Допускається прийняти $\eta = 0,8$.

4.4. Теплонадходження від сонячної радіації через світлопрозорі отвори

Вихідні дані:

Географічна широта міста будівництва – 48° Пн широти.

Розміри світлового отвору: $b = 2$ м, $h = 2,4$ м.

Кількість світлових отворів: 3 шт.

Площа світлового отвору: $A_B = (2 \cdot 2,4) = 4,8$ м².

Орієнтація світлових отворів: ПдСх.

Робочі години приміщення: з 9:00-17:00 за місцевим часом (місцевий час необхідно буде перевести в істинний сонячний).

Термічний опір вікон: $R_{oc} = 0,93$ м² · К/Вт.

Показники теплозасвоєння:

стелею $Y_{ст} = 9,13$ Вт/м² · К; стінами $Y_{от} = 9,01$ Вт/м² · К; підлогою $Y_{п} = 6,95$ Вт/м² · К; вікнами $Y_B = 0,99$ Вт/м² · К.

Для приміщення № 3 та сонячного часового проміжку 8-9 год тепловий потік сонячної радіації через світлопрозору конструкцію розраховується за формулою (9), Вт:

$$Q_{соі} = (I_p K_1 + I_n K_2) K_3 \cdot K_4 \cdot A_B = \\ = (112 \cdot 0,906 + 427 \cdot 0,77) \cdot 0,6 \cdot 0,68 \cdot (4,8 \cdot 3) = 2528 \text{ Вт,}$$

де q_p, q_n – поверхнева густина теплового потоку (розсіяна та пряма), Вт/м², через застклений світловий отвір в липні в даний час доби, приймається за дод. А.1. Для проміжку з 8 по 9 годину істинного сонячного часу, ПдСх орієнтації $I_n = 427$ Вт/м²; $I_p = 112$ Вт/м²; K_1 – коефіцієнт опромінення прямою сонячною радіацією для розрахунку площі світлового прорізу, незатемнені горизонтальною $K_{n,Г}$ і вертикальною $K_{n,В}$ площинами будівельних конструкцій, розраховується за формулою нижче; K_2 – коефіцієнт опромінення для обліку надходження розсіяної сонячної радіації через світлові прорізи, незатемнені горизонтальною і вертикальною зовнішніми сонцезахисними площинами. Розраховується за формулою нижче; K_3 – коефіцієнт теплопроникненості сонцезахисних пристроїв (штори, карнизи, жалюзі та ін. вироби заводського виготовлення), приймається за додатком, для металевих жалюзі $K_3 = 0,6$;

K_4 – коефіцієнт теплопроникувості склінням світлових прорізів, приймаються за дод. А.3. Для двошарових склопакетів в металевих палітурках $K_4 = 0,68$; A_B – площа світлового прорізу (скління), м².

Для приміщення № 3 та сонячного часового проміжку 8-9 годин знаходимо коефіцієнт K_1 за формулою (10):

$$K_1 = K_{n,\Gamma} \cdot K_{n,B} = 0,939 \cdot 0,944 = 0,906,$$

де $K_{n,\Gamma}$ – горизонтальна площа, розраховується за формулою (11); $K_{n,B}$ – вертикальна площа, розраховується за формулою (12).

$$K_{n,\Gamma} = 1 - H^{-1} \left(\frac{l_1 \operatorname{tg} h_s}{\cos A_{s,oc}} - r \right) = 1 - 2,4^{-1} \left(\frac{0,2 \cdot \operatorname{tg} 40^\circ}{\cos 31^\circ} - 0,05 \right) = 0,939;$$

$$K_{n,B} = 1 - B^{-1} (l_2 |\operatorname{tg} A_{s,oc}| - s) = 1 - 2^{-1} (0,2 \cdot |\operatorname{tg} 31^\circ| - 0,05) = 0,965,$$

де H, B – висота і ширина світлопрозорої будівельної конструкції; l_1, l_2 – ширина горизонтальних і вертикальних будівельних сонцезахисних площин. Допускається прийняти $l_1, l_2 = 0,2$ м; h_s – висота сонця – кут між напрямком сонячного променя і його проекцією на горизонтальну площину, град., приймається за дод. А.4. Для 48° географічної широти та сонячного часового проміжку 8-9 год, $h_s = 40^\circ$; $A_{s,oc}$ – сонячний азимут скління світлопрозорої огорожувальної конструкції, град., визначається за формулою нижче; r, s – відстань від сонцезахисних площин відповідно до вертикального або горизонтального краю світлового прорізу. Допускається прийняти $r, s = 0,05$ м.

Для приміщення № 3 сонячний азимут скління світлопрозорої огорожувальної конструкції $A_{s,oc}$ за формулою (13), становить, град:

$$A_{s,oc} = |A_s - A_{oc}| = |76 - 45| = 31^\circ,$$

де A_s – азимут сонця – кут між напрямком на південь і горизонтальною проекцією сонячного променя, град., приймається за дод. А.4. Для 48° географічної широти та істинного сонячного часового проміжку 8–9 год, $A_s = 76^\circ$; A_{oc} – азимут світлопрозорої огорожувальної конструкції – кут між перпендикуляром до скління і напрямком на південь, град.,

приймається за даними, наведеними в п. 2.2.5. Для світлових отворів орієнтованих на ПдСх, $A_{oc} = 45^\circ$.

Для приміщення № 3 коефіцієнт K_2 за формулою (14):

$$K_2 = K_r \cdot K_b = 0,84 \cdot 0,92 = 0,77,$$

де K_r, K_b – коефіцієнти, приймаються за дод. А.2 в залежності від сонцезахисних кутів, утворених площинами l_1, l_2 які визначаються за формулами (15, 16):

$$\beta = \arctg \left[\frac{l_1}{(H+r)} \right] = \arctg \left[\frac{0,2}{(2,4+0,05)} \right] = 5^\circ, \text{ приймаємо } K_r = 0,84.$$

$$\gamma = \arctg \left[\frac{l_2}{(B+s)} \right] = \arctg \left[\frac{0,2}{(2+0,05)} \right] = 6^\circ, \text{ приймаємо } K_b = 0,92.$$

Для приміщення № 3 тепловий потік сонячної радіації через і-й світловий застклений отвір визначається за формулою (8), Вт:

$$Q_{co} = Q_{coi} \cdot a_n + Q_{\Delta t} = 2528 \cdot 0,29 - 91 = 641 \text{ Вт},$$

де a_n – показник поглинання теплового потоку сонячної радіації, приймається за дод. А.5, в залежності від відношення $\sum Y/\Delta$. Для $\Delta Z_q=8$ год та $Z+8$, при $\sum Y/\Delta=3,0$, $a_n = 0,29$; $Q_{\Delta t}$ – тепловий потік теплопередачею через світловий застклений отвір, Вт, розраховується за формулою нижче.

Для приміщення № 3 показник сумарного засвоєння теплоти огороженням і обладнанням приміщення знаходиться за формулою, Вт/(м²·°C):

$$\begin{aligned} \sum Y &= Y_B A_B + Y_{ог} A_{ог} + Y_{ст} A_{ст} + Y_{п} A_{п} = \\ &= 0,99 \cdot 14,4 + 9,01 \cdot 93,2 + 9,13 \cdot 62,83 + 6,95 \cdot 62,83 = 1864,29 \text{ Вт/}^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

$$A_B = 4,8 \cdot 3 = 14,4 \text{ м}^2;$$

$$A_{ог} = (5,9 \cdot 3,25 \cdot 2) + (10,65 \cdot 3,25) + (10,65 \cdot 3,25 - 14,4) = 93,2 \text{ м}^2;$$

$$A_{ст} = A_{п} = 10,65 \cdot 5,9 = 62,83 \text{ м}^2;$$

$$\begin{aligned} \Delta &= 2,55(A_B + A_B + A_{ст} + A_{п}) = 2,55 \cdot (14,4 + 93,2 + 62,83 + 62,83) = \\ &= 594,81 \text{ Вт/}^\circ\text{C}, \end{aligned}$$

$Y_B, Y_{OG}, Y_{CT}, Y_{П}$ – коефіцієнти теплозасвоєння, Вт/(м²·°C), для вікон, стін, стелі і підлоги, розраховано згідно методики, наведеної в ДСТУ-Н Б В.2.6-190 [8]; $A_B, A_{OG}, A_{CT}, A_{П}$ – площа вікон, стін, стелі, підлоги, м²; Δ – показник інтенсивності конвективного теплообміну в приміщенні, Вт/°C.

$$\sum Y/\Delta = \frac{1864,29}{594,81} \approx 3,0.$$

Для приміщення № 3 тепловий потік теплопередачею через світловий застклений отвір розраховується за формулою (19), Вт:

$$\begin{aligned} Q_{\Delta t} &= (t_3 + 0,5 \cdot \theta_1 \cdot A_{M_c} - t_{п}) \cdot \frac{A_B}{R_B} = \\ &= (19,8 + 0,5 \cdot (-0,26) \cdot 9,4 - 24,5) \cdot \frac{14,4}{0,93} = -91 \text{ Вт}, \end{aligned}$$

де t_3 – середня температура в липні, °C, приймається за ДСТУ-Н Б В.1.1-27 [2], для міста Києва $t_3 = 19,8$ °C; A_{M_c} – середня добова амплітуда температури зовнішнього повітря у липні, °C, приймається за ДСТУ-Н Б В.1.1-27 [2]. Для міста Києва $A_{M_c} = 9,4$ °C; θ_1 – коефіцієнт, який виражає гармонійне коливання температур зовнішнього повітря, приймається за дод. А.6; при $\varepsilon_R = 15$, для 8-ої години $\theta_1 = -0,26$; $t_{п}$ – температура повітря в приміщенні, °C, приймається за ДБН В.2.5-67:2013 [1]. Для навчальної аудиторії в теплий період року за оптимальних умов мікроклімату $t_{п} = 24,5 \pm 1,5$ °C; A_B – площа вікон; R_B – опір теплопередачі віконного блока.

Теплонадходження від сонячної радіації через світлові застклені отвори в проміжку з 9 по 10 год ранку становлять: $Q_{co} = 641$ Вт. Таким чином проводиться розрахунок для всього часового проміжку використання приміщення, окремо для кожної години використання. Результати розрахунку заносяться до табл. 12.

4.5. Теплонадходження від сонячної радіації через масивні огорожувальні конструкції

Вихідні дані:

Термічний опір огорожувальних конструкцій:

для стін $R_{ог} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, для суміщеного покриття $R_{п} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Температура зовнішнього повітря: $t_{зовн} = 28 \text{ }^\circ\text{С}$.

Температура повітря біля поверхні огородження: для стін $t_{вн} = 24,5 \text{ }^\circ\text{С}$, для покриття $t_{вн} = 25,2 \text{ }^\circ\text{С}$.

Площа: зовнішніх стін $A_{Мог1} = 20 \text{ м}^2$, $A_{Мог2} = 19 \text{ м}^2$
покриття $A_{Мп} = 62,8 \text{ м}^2$.

Теплова інерція: стін $D_{ст} = 6,23$, покриття $D_{п} = 7,09$.

Коефіцієнт теплосвоєння 1-м та 2-м шаром (в напрямку теплового потоку): стіни $s_{ст1} = 9,76$; $s_{ст2} = 0,4$; покриття $s_{п1} = 3,53$; $s_{п2} = 0,81$.

Тепловий потік, через масивну огорожувальну конструкцію (зовнішню стіну або перекриття) Q_M , для даної години доби (Z) визначаємо за формулою (22), для приміщення № 3 тепловий потік через ПдСх та ПдЗх стіни дорівнює:

$$\begin{aligned} Q_M &= \left[\frac{1}{R} \left(t_{зовн} + \chi \frac{J_{сер}}{\alpha_{3,л}} - t_{вн} \right) + \beta \frac{\alpha_{вн}}{\nu} \left(0,5\theta_1 A_{t,роз} + \frac{\chi}{\alpha_{3,л}} \theta_2 A_j \right) \right] \cdot A_M = \\ &= [1/3,49 (28 + 0,4 \cdot 177/23 - 24,5) + \\ &+ 1 \cdot 8,7/848 \cdot (0,5 \cdot 0,97 \cdot 9,4 + 0,4/23 - 0,5 \cdot 464)] \cdot \\ &\quad \cdot 39 = 74 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Так як значення для стін ПдСх та ПдЗх орієнтацій збігаються, розраховуємо тепловий потік через них однією формулою, складаємо площі

$$A_M = 19 + 20 = 39 \text{ м}^2,$$

де R – опір теплопередачі масивної огорожувальної конструкції (зовнішня стіна, перекриття), $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$; χ – коефіцієнт поглинання сонячної радіації поверхнею огорожувальної конструкції, приймається за дод. Б.7; $J_{сер}$ – середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), Вт/м^2 , що потрапляє в липні, приймається за дод. Б.1-Б.6; $t_{зовн}$ – зовнішня температура повітря, $^\circ\text{С}$; $t_{вн}$ – температура повітря біля поверхні огородження, $^\circ\text{С}$; β_k – коефіцієнт рівний 1 – при відсутності вентиляційного повітряного прошарку в огороженні, та рівний 0,6 для огорожувальних конструкцій з

повітряним прошарком; $\alpha_{з.л}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження Вт/(м·°С), розраховується за формулою (21); $\alpha_{вн}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхонь огороження Вт/(м·°С), приймається за ДСТУ-Н Б В.2.6-189 [7]; ν – величина затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря в огорожувальній конструкції; θ_1, θ_2 – коефіцієнти, обирається для кожної години доби відповідно при $\varepsilon_1 = \varepsilon + 15$; $\varepsilon_2 = \varepsilon + z$, приймається за дод. А.6; ε – запізнення температурних коливань в огороженні; z – час максимуму сумарної (прямої та розсіяної) сонячної радіації, приймається за дод. Б.1-Б.6; $A_{t,роз}$ – амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, розраховується за формулою, наведеною в п. 2.2.5; A_M – площа масивної огорожувальної конструкції (зовнішня стіна, перекриття), м²; A_j – амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), розраховується за формулою (27); $\chi = 0,4$ – для цементної кремової штукатурки; $J_{сер} = 177$ – для вертикального огороження будівлі орієнтованого на ПдСх, ПдЗх, при розташуванні будівлі на 48° географічної широти, у липні; $A_{t,роз} = 9,4^\circ\text{C}$; $\theta_1 = 0,97$ – при $\varepsilon_1 = (\varepsilon + 15) - 24 = (16,4 + 15) - 24 \approx 7$, для 8-ої години; $\theta_2 = -0,5$ – при $\varepsilon_2 = \varepsilon + z = 16,4 + 8 \approx 24$, для 8-ої години.

Для приміщення № 3 тепловий потік через покрівлю дорівнює:

$$Q_{M2} = \left[\frac{1}{6} \left(28 + 0,9 \cdot \frac{328}{23} - 25,2 \right) + 1 \frac{12}{688} \left(0,5 \cdot 0,87 \cdot 9,4 + \frac{0,9}{23} \cdot 0,97 \cdot 538 \right) \right] \cdot 62,8 = 190 \text{ Вт},$$

де $\chi = 0,9$ – для руберойду; $J_{сер} = 328$ – для горизонтальної поверхні будівлі розташованої на 48° географічної широти, у липні; $\theta_1 = 0,87$ – при $\varepsilon_1 = (\varepsilon + 15) - 24 = (18,7 + 15) - 24 \approx 10$, для 8-ої години; $\theta_2 = 0,97$ – при $\varepsilon_2 = (\varepsilon + z) - 24 = (18,7 + 12) - 24 \approx 7$, для 8-ої години.

Для ПдЗх та ПдСх стін приміщення №3 величину затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря в огорожувальній конструкції, визначаємо за формулою (23):

$$\nu = 2^{\Sigma D} \left(0,83 + 3 \frac{\Sigma R}{\Sigma D} \right) \nu_e \nu_a = 2^{6,23} \left(0,83 + 3 \frac{3,49}{6,23} \right) 4,5 \cdot 1 = 848.$$

Для багатошарової конструкції за формулою (24):

$$\nu_e = 0,85 + 0,15 \frac{s_1}{s_2} = 0,85 + 0,15 \frac{9,76}{0,4} = 4,5.$$

ΣD – теплова інерція огороження; ΣR – термічний опір огорожувальної конструкції $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$; s_1, s_2 – коефіцієнти теплосвоєння матеріалів першого і другого шарів по ходу теплової хвилі, $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$.

Оскільки конструкція не має повітряного прошарку $\nu_a = 1$.

Для покриття приміщення № 3 величина затухання амплітуди коливання температур зовнішнього повітря становить:

$$\nu = 2^{7,09} \left(0,83 + 3 \frac{6}{7,09} \right) 1,5 \cdot 1 = 688; \quad \nu_e = 0,85 + 0,15 \frac{3,53}{0,81} = 1,5$$

Для ПдЗх та ПдСх стін приміщення № 3 запізнення температурних коливань в огорожувальній конструкції ε , в годинах, визначається за формулою (26): $\varepsilon = 2,7 \Sigma D - 0,4 = 2,7 \cdot 6,23 - 0,4 = 16,4$ год.

Для покриття приміщення № 3 запізнення температурних коливань дорівнює: $\varepsilon = 2,7 \cdot 7,09 - 0,4 = 18,7$ год.

Для ПдЗх та ПдСх стін приміщення № 3 амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної) A_j , Вт/м^2 , визначається за формулою (27):

$$A_j = J_{\text{макс}} - J_{\text{ср}} = 641 - 177 = 464.$$

де $J_{\text{макс}}$ – максимальне значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної), що надходить на зовнішнє огороження, приймається за дод. Б.1-Б.6; $J_{\text{ср}}$ – середньодобове значення сумарної сонячної радіації (прямої і розсіяної), що надходить на зовнішнє огороження, приймається за дод. Б.1-Б.6. $J_{\text{макс}} = 641$ – максимальна сонячна радіація (пряма + розсіяна) за добу для вертикального огороження ПдЗх, ПдСх орієнтації, 48° географічної широти, при $Z = 8$ (о 8 годині).

Для покрівлі приміщення №3 амплітуда добових коливань сумарної сонячної радіації становить:

$$A_j = 866 - 328 = 538.$$

$J_{\text{макс}} = 866$ – максимальна сонячна радіація (пряма + розсіяна) за добу для горизонтального огороження, 48° географічної широти, при $Z = 12$ (о 12 годині).

Теплонадходження від сонячної радіації в проміжку з 9 по 10 годину ранку місцевого часу від стін становлять: $Q_{M1} = 74$ Вт, від суміщеного покриття $Q_{M2} = 190$ Вт. Таким чином проводиться розрахунок для всього часового проміжку використання приміщення, для кожної години використання. Результати розрахунку заносяться до табл. 13, 14, 15.

4.6. Вологонадходження від людей

Вихідні дані:

Проектна кількість людей: $n = 31$.

Вид та інтенсивність діяльності людини: сидяча діяльність.

Температура внутрішнього повітря: $24,5^\circ\text{C}$.

Для комп'ютерного класу № 3 вологонадходження від людей розраховуються за формулою (28), г/год:

$$W = w_d \cdot n = 50 \cdot 31 = 1550 \text{ г/год},$$

де w_d – питомі вологовиділення від однієї людини приймається за табл. 4; при температурі 25°C та сидячій діяльності $w_d = 50$ г/год; n – кількість людей в приміщенні.

4.7. Надходження вуглекислого газу від людей

Вихідні дані:

Кількість людей: $n = 31$.

Інтенсивність виділення вуглекислого газу людиною залежить від характеру виконуваної роботи. Для комп'ютерного класу №3 кількість вуглекислого газу, яка надходить, визначається за формулою (30), л/год:

$$M_{CO_2} = m_{CO_2} \cdot n = 20 \cdot 31 = 620 \text{ л/год,}$$

де m_{CO_2} – кількість вуглекислого газу, що виділяється однією людиною, при сидячій діяльності людина виділяє близько 20 л CO_2 за годину; n – кількість людей.

Таблиця 12

**Теплонадходження від сонячної радіації через світлопрозорі
огороджувальні конструкції**

№ пор.	Назва приміщення	Орієнтація	Площа A_b , м ²		8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	Комп. клас	ПдСх	14,4	q_p (Вт)	112	107	94	84	84	94	107	112	109
				q_n (Вт)	427	419	352	251	251	352	419	427	363
				h_s (град.)	40	49	56	61	61	56	49	40	30
				$A_{s \text{ ос}}$ (град.)	31	15	5	29	29	5	15	31	42
				a_n	0,29	0,24	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16
				θ_1	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97
				Теплонадх (Вт)	641	521	386	272	272	367	443	430	374

Таблиця 13

Теплонадходження від сонячної радіації через зовнішні стіни

№ пор.	приміщен	Орієнтація	Площа м ²		8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	Комп. клас	ПдЗх ПдСх	39	θ_1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	0,26	-0,5	-0,71
				θ_2	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5
				Тепло-надх	74	72	72	71	71	70	71	70	70

Таблиця 14

Теплонадходження від сонячної радіації через суміщене покриття

№ пор.	Назва приміщення	Площа м ²		8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	Комп. клас	62,8	θ_1	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0
			θ_2	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	0,26	-0,5	-0,71
			Тепло-надх	190	188	185	180	174	167	172	153	147

Загальні теплонадходження

№ пор.	Назва приміщення	Теплонадходження	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	За похмурого дня	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
3	Комп'ютерний клас	Люди	2945	2945	2945	2945	2945	2945	2945	2945	2945	2945	
		Освітлення	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1382
		Обладнання	13520	13520	13520	13520	13520	13520	13520	13520	13520	13520	13520
		Сонячна радіація через вікна	641	521	386	272	272	367	443	430	374	-	-
		Сонячна радіація через стіни	74	72	72	71	71	70	71	70	70	-	-
		Сонячна радіація через покриття	190	188	185	180	174	167	172	153	147	-	-
		Разом	17370	17246	17108	16988	16982	17069	17151	17118	17056	17847	-

Список літератури

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – [Чинний від 2014-01-01]. – Мінрегіонбуд та ЖКГ України. – К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2014. – 149 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – [Чинний від 2011-10-10]. – Мінрегіонбуд та ЖКГ України.– К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2011. – 123 с.
3. ДБН В.2.6-31.2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – [Чинний від 2022-01-09]. – Міністерство розвитку громад та територій України.– К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2022. – 23 с.
4. ДСТУ Б EN 15243:2015 (EN 15243:2007, IDT). Вентиляція будівель. Розрахунок температури приміщень та методи визначення навантажень і енергопотреб для будівель з системами кондиціонування повітря. – [Чинний від 2022-10-01]. – К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2014. – 109 с.
5. ДСТУ CEN/TR 16798-6:2017 Енергоефективність будівель. Вентиляція будівель. Частина 6. Роз’яснення вимог EN 16798-5-1 та EN 16798-5-2. Методи розрахунку потреби в енергії для систем вентиляції та кондиціонування повітря (Модулі М5-6, М5-8, М6-5, М6-8, М7-5, М7-8) (CEN/TR 16798-6:2017, IDT). – [Чинний від 2017-12-15]. – К: ДП «УкрНДНЦ» – 145 с.
6. ДСТУ CEN/TR 16798-10:2017 (CEN/TR 16798-10:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Вентиляція будівель. Частина 10. Роз’яснення вимог EN 16798-9. Метод розрахунку потреби в енергії систем охолодження (Модулі М4-1, М4-4, М4-9). Загальні вимоги. – К: ДП «УкрНДНЦ» – 149 с.
7. ДСТУ-Н Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінрегіону України, 2014. – 51 с.
8. ДСТУ-Н Б В.2.6-190:2013. Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплосасвоєння огорожувальних конструкцій – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінрегіону України, 2013. – 25 с.
9. Росковшенко Ю. К. Центральні системи кондиціонування повітря: Навч. посібник. Київ: ІВНВКП "Укреліотех", 2008. 216 с.
10. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель.

Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – [Чинний від 2016-01-01].- Мінрегіонбуд та ЖКГ України. – К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2015. – 140 с.

11. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – [Чинний від 2019-03-01]. – Мінрегіон України. – К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2018. – 137 с.

Додатки

Додаток А

Дані для розрахунку теплонадходжень через світлопрозорі огороджувальні конструкції

Таблиця А.1

**Поверхнева щільність теплового потоку $I \left(\frac{\text{прямої}}{\text{розсіяної}} \right)$ сонячної радіації в
липні, що пройшов через вертикальне чи горизонтальне скління
світлових прорізів, Вт; час початку і закінчення прямої радіації.**

Географічна широта, град.	Години до опівдня	Орієнтація вертикального світлового прорізу (до опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ		
36	5-6	$\frac{56}{35}$	$\frac{140}{27}$	$\frac{157}{35}$	$\frac{42}{24}$	— 17	— 17	— 17	— 17	$\frac{13}{23}$	18-19
	6-7	$\frac{62}{69}$	$\frac{333}{76}$	$\frac{388}{108}$	$\frac{170}{80}$	— 51	— 35	— 38	— 46	$\frac{22}{57}$	17-18
	7-8	$\frac{8}{79}$	$\frac{369}{108}$	$\frac{465}{130}$	$\frac{279}{128}$	— 79	— 56	— 53	— 57	$\frac{279}{78}$	16-17
	8-9	— 73	$\frac{274}{104}$	$\frac{443}{129}$	$\frac{335}{129}$	$\frac{3}{81}$	— 60	— 63	— 60	$\frac{465}{93}$	15-16
	9-10	— 69	$\frac{149}{34}$	$\frac{356}{108}$	$\frac{321}{98}$	$\frac{52}{83}$	— 63	— 64	— 62	$\frac{626}{100}$	14-15
	10-11	— 67	$\frac{38}{71}$	$\frac{104}{88}$	$\frac{237}{86}$	$\frac{110}{83}$	— 71	— 65	— 65	$\frac{715}{105}$	13-14
	11-12	— 67	— 67	$\frac{31}{80}$	$\frac{126}{83}$	$\frac{151}{83}$	$\frac{3}{77}$	— 72	— 65	$\frac{747}{105}$	12-13
		Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	Години після опівдня
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		
40	5-6	$\frac{71}{38}$	$\frac{170}{46}$	$\frac{214}{46}$	$\frac{50}{35}$	— 20	— 20	— 21	— 22	$\frac{19}{31}$	18-19
	6-7	$\frac{51}{71}$	$\frac{350}{96}$	$\frac{410}{112}$	$\frac{183}{86}$	— 55	— 42	— 44	— 46	$\frac{114}{62}$	17-18
	7-8	$\frac{6}{78}$	$\frac{345}{114}$	$\frac{493}{133}$	$\frac{302}{100}$	— 71	— 56	— 55	— 57	$\frac{281}{78}$	16-17
	8-9	— 71	$\frac{258}{104}$	$\frac{471}{121}$	$\frac{354}{108}$	$\frac{60}{73}$	— 60	— 60	— 60	$\frac{431}{87}$	15-16
	9-10	— 64	$\frac{116}{80}$	$\frac{363}{99}$	$\frac{342}{95}$	$\frac{150}{79}$	— 63	— 62	— 62	$\frac{558}{93}$	14-15
	10-11	— 62	$\frac{6}{71}$	$\frac{191}{81}$	$\frac{274}{86}$	$\frac{222}{83}$	— 67	— 62	— 65	$\frac{651}{100}$	13-14
	11-12	— 60	— 67	$\frac{35}{73}$	$\frac{172}{77}$	$\frac{257}{83}$	$\frac{45}{77}$	— 65	— 65	$\frac{692}{104}$	12-13
		Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	Години після опівдня
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		

Продовження дод. А
Продовження табл. А.1

Географічна широта, град.	Години до опівдня	Орієнтація вертикального світлового прорізу (до опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ		
44	5-6	<u>84</u> 42	<u>222</u> 53	<u>292</u> 58	<u>72</u> 40	— 23	— 22	— 22	— 23	<u>31</u> 36	18-19
	6-7	<u>42</u> 70	<u>369</u> 98	<u>452</u> 112	<u>209</u> 86	— 55	— 44	— 44	— 44	<u>126</u> 62	17-18
	7-8	— 77	<u>357</u> 110	<u>500</u> 130	<u>333</u> 109	— 71	— 55	— 55	— 55	<u>283</u> 76	16-17
	8-9	— 71	<u>256</u> 101	<u>490</u> 121	<u>398</u> 108	<u>66</u> 79	— 60	— 59	— 60	<u>481</u> 83	15-16
	9-10	— 64	<u>84</u> 80	<u>371</u> 100	<u>387</u> 101	<u>162</u> 81	— 63	— 60	— 62	<u>543</u> 93	14-15
	10-11	— 60	<u>2</u> 71	<u>193</u> 81	<u>305</u> 86	<u>245</u> 84	— 67	— 60	— 64	<u>629</u> 98	13-14
	11-12	— 59	— 67	<u>37</u> 72	<u>214</u> 79	<u>288</u> 85	<u>73</u> 77	— 65	— 65	<u>668</u> 98	12-13
		Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	Години після опівдня
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		
48	5-6	<u>93</u> 45	<u>356</u> 60	<u>327</u> 65	<u>95</u> 45	— 27	— 26	— 24	— 26	<u>37</u> 42	18-19
	6-7	<u>35</u> 69	<u>385</u> 98	<u>472</u> 114	<u>237</u> 87	— 55	— 43	— 44	— 44	<u>145</u> 62	17-18
	7-8	— 74	<u>348</u> 107	<u>542</u> 129	<u>363</u> 109	<u>3</u> 73	— 53	— 53	— 53	<u>285</u> 73	16-17
	8-9	— 70	<u>222</u> 99	<u>497</u> 121	<u>427</u> 112	<u>80</u> 81	— 60	— 58	— 59	<u>420</u> 82	15-16
	9-10	— 64	<u>60</u> 81	<u>372</u> 100	<u>419</u> 107	<u>186</u> 86	— 65	— 58	— 62	<u>519</u> 93	14-15
	10-11	— 60	— 71	<u>193</u> 81	<u>352</u> 94	<u>271</u> 87	<u>7</u> 70	— 60	— 64	<u>601</u> 95	13-14
	11-12	— 59	— 67	<u>37</u> 72	<u>251</u> 84	<u>317</u> 88	<u>106</u> 78	— 65	— 65	<u>643</u> 98	12-13
		Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	Години після опівдня
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		

Продовження дод. А
Продовження табл. А.1

Географічна широта, град.	Години до опівдня	Орієнтація вертикального світлового прорізу (до опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ		
52	5-6	<u>102</u> 55	<u>301</u> 69	<u>371</u> 73	<u>116</u> 52	— 31	— 28	— 28	— 28	<u>57</u> 42	18-19
	6-7	<u>26</u> 69	<u>391</u> 98	<u>497</u> 119	<u>272</u> 91	— 59	— 43	— 44	— 44	<u>158</u> 62	17-18
	7-8	— 71	<u>342</u> 106	<u>545</u> 129	<u>328</u> 110	<u>13</u> 76	— 55	— 53	— 53	<u>291</u> 73	16-17
	8-9	— 67	<u>196</u> 96	<u>498</u> 123	<u>448</u> 114	<u>94</u> 85	— 63	— 57	— 58	<u>419</u> 82	15-16
	9-10	— 63	<u>42</u> 79	<u>374</u> 100	<u>429</u> 110	<u>206</u> 87	— 67	— 59	— 60	<u>508</u> 87	14-15
	10-11	— 60	— 69	<u>193</u> 84	<u>333</u> 96	<u>299</u> 90	<u>14</u> 72	— 60	— 62	<u>585</u> 93	13-14
	11-12	— 59	— 65	<u>37</u> 72	<u>272</u> 86	<u>344</u> 91	<u>150</u> 78	— 65	— 63	<u>630</u> 98	12-13
		Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	Години після опівдня
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		
56	4-5	<u>88</u> 19	<u>165</u> 32	<u>237</u> 27	<u>28</u> 20	— 12	— 13	— 13	— 13	<u>33</u> 20	19-20
	5-6	<u>103</u> 56	<u>344</u> 74	<u>433</u> 74	<u>140</u> 57	— 35	— 28	— 30	— 30	<u>76</u> 42	18-19
	6-7	<u>17</u> 66	<u>401</u> 93	<u>523</u> 115	<u>287</u> 90	— 58	— 42	— 43	— 44	<u>169</u> 57	17-18
	7-8	— 65	<u>339</u> 98	<u>547</u> 122	<u>424</u> 105	<u>22</u> 74	— 53	— 48	— 53	<u>287</u> 71	16-17
	8-9	— 62	<u>174</u> 87	<u>504</u> 114	<u>479</u> 108	<u>128</u> 85	— 64	— 55	— 56	<u>405</u> 78	15-16
	9-10	— 58	<u>26</u> 71	<u>378</u> 91	<u>479</u> 102	<u>245</u> 88	— 67	— 56	— 57	<u>493</u> 87	14-15
	10-11	— 57	— 62	<u>193</u> 76	<u>427</u> 92	<u>347</u> 91	<u>21</u> 72	— 58	— 58	<u>566</u> 91	13-14
	11-12	— 55	— 59	<u>37</u> 67	<u>330</u> 79	<u>398</u> 92	<u>176</u> 76	— 63	— 53	<u>606</u> 93	12-13
		Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	Години після опівдня
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		

Продовження дод. А
Продовження табл. А.1

Географічна широта, град.	Години до опівдня	Орієнтація вертикального світлового прорізу (до опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ		
60	3-4	$\frac{39}{7}$	$\frac{63}{9}$	$\frac{95}{7}$	—	—	—	—	—	—	20-21
	4-5	$\frac{112}{28}$	$\frac{272}{40}$	$\frac{291}{37}$	—	—	—	—	—	$\frac{49}{23}$	19-20
	5-6	$\frac{107}{51}$	$\frac{387}{71}$	$\frac{448}{78}$	$\frac{152}{58}$	—	—	—	—	$\frac{92}{42}$	18-19
	6-7	$\frac{15}{59}$	$\frac{404}{86}$	$\frac{542}{107}$	$\frac{313}{85}$	—	—	—	—	$\frac{178}{57}$	17-18
	7-8	—	$\frac{331}{83}$	$\frac{556}{110}$	$\frac{441}{96}$	$\frac{37}{10}$	—	—	—	$\frac{284}{65}$	16-17
	8-9	—	$\frac{146}{77}$	$\frac{509}{99}$	$\frac{501}{98}$	$\frac{166}{81}$	—	—	—	$\frac{391}{70}$	15-16
	9-10	—	$\frac{19}{62}$	$\frac{378}{77}$	$\frac{501}{92}$	$\frac{287}{86}$	—	—	—	$\frac{466}{78}$	14-15
	10-11	—	—	$\frac{193}{65}$	$\frac{452}{84}$	$\frac{384}{91}$	$\frac{70}{69}$	—	—	$\frac{534}{80}$	13-14
	11-12	—	—	$\frac{37}{60}$	$\frac{363}{74}$	$\frac{449}{91}$	$\frac{215}{71}$	—	—	$\frac{578}{78}$	12-13
			Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		
64	3-4	$\frac{70}{19}$	$\frac{126}{23}$	$\frac{121}{19}$	$\frac{35}{12}$	—	—	—	—	$\frac{34}{15}$	20-21
	4-5	$\frac{158}{38}$	$\frac{330}{51}$	$\frac{307}{51}$	$\frac{96}{38}$	—	—	—	—	$\frac{63}{30}$	19-20
	5-6	$\frac{109}{52}$	$\frac{429}{74}$	$\frac{471}{85}$	$\frac{208}{62}$	—	—	—	—	$\frac{105}{42}$	18-19
	6-7	$\frac{12}{55}$	$\frac{408}{83}$	$\frac{558}{105}$	$\frac{362}{85}$	—	—	—	—	$\frac{187}{57}$	17-18
	7-8	—	$\frac{316}{83}$	$\frac{576}{106}$	$\frac{423}{95}$	$\frac{57}{69}$	—	—	—	$\frac{286}{62}$	16-17
	8-9	—	$\frac{133}{73}$	$\frac{519}{95}$	$\frac{543}{95}$	$\frac{194}{79}$	—	—	—	$\frac{386}{62}$	15-16
	9-10	—	$\frac{12}{58}$	$\frac{379}{74}$	$\frac{544}{91}$	$\frac{331}{85}$	—	—	—	$\frac{443}{72}$	14-15
	10-11	—	—	$\frac{193}{62}$	$\frac{488}{82}$	$\frac{435}{90}$	$\frac{116}{67}$	—	—	$\frac{507}{67}$	13-14
	11-12	—	—	$\frac{37}{57}$	$\frac{395}{74}$	$\frac{495}{90}$	$\frac{256}{70}$	—	—	$\frac{544}{65}$	12-13
			Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		

Продовження дод. А
Закінчення табл. А.1

Географічна широта, град.	Години до опівдня	Орієнтація вертикального світлового прорізу (до опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ		
64	2-3	<u>63</u> 17	<u>145</u> 16	<u>144</u> 12	<u>28</u> 9	— 8	— 6	— 7	— 8	<u>29</u> 15	21-22
	3-4	<u>112</u> 28	<u>281</u> 33	<u>258</u> 35	<u>70</u> 19	— 19	— 12	— 9	— 14	<u>59</u> 31	20-21
	4-5	<u>128</u> 44	<u>409</u> 58	<u>384</u> 65	<u>135</u> 42	— 23	— 17	— 19	— 20	<u>82</u> 37	19-20
	5-6	<u>113</u> 52	<u>475</u> 78	<u>504</u> 95	<u>245</u> 66	— 38	— 28	— 31	— 38	<u>134</u> 46	18-19
	6-7	<u>9</u> 55	<u>412</u> 83	<u>534</u> 106	<u>336</u> 88	<u>7</u> 55	— 38	— 37	— 44	<u>198</u> 57	17-18
	7-8	— 51	<u>297</u> 83	<u>588</u> 106	<u>499</u> 99	<u>79</u> 69	— 46	— 42	— 48	<u>283</u> 62	16-17
	8-9	— 51	<u>135</u> 74	<u>531</u> 98	<u>578</u> 99	<u>231</u> 102	— 58	— 46	— 49	<u>376</u> 62	15-16
	9-10	— 48	<u>5</u> 57	<u>394</u> 74	<u>583</u> 91	<u>369</u> 85	— 65	— 48	— 49	<u>440</u> 67	14-15
	10-11	— 48	— 51	<u>193</u> 62	<u>531</u> 85	<u>463</u> 90	174 65	— 49	— 50	<u>483</u> 67	13-14
	11-12	— 48	— 51	<u>37</u> 57	<u>442</u> 74	<u>523</u> 90	<u>302</u> 71	— 51	— 51	<u>520</u> 67	12-13
		Орієнтація вертикального світлового прорізу (після опівдня)								Горизонтальний світловий проріз	Години після опівдня
		Пн	ПнЗх	Зх	ПдЗх	Пд	ПдСх	Сх	ПнСх		

Примітка:

1. Значення сонячної радіації наведено в табл. 1 у вигляді відношення:

- у чисельнику – пряма радіація,

- у знаменнику – розсіяна.

2. Дійсний сонячний час τ визначається як:

$$\tau = \tau_{\text{п}} + 4(\lambda_{\text{ге}} - 0,15N),$$

де $\lambda_{\text{ге}}$ – географічна довгота міста будівництва в гр.; N - номер поясу часу, при цьому

$\tau_{\text{п}} = \tau_{\text{д}} - n$ (де $\tau_{\text{д}}$ – декретний час); n – встановлений відступ від сонячного часу;

$\tau_{\text{п}}$ – поясний час; $\tau_{\text{д}}$ – декретний час.

3. Густина теплового потоку від розсіяної радіації дана з розрахунком розсіяного відбиття прямої радіації від земної поверхні зі середнім альбедо 20 %.

Коефіцієнти опромінення

Тип сонцезахисної конструкції	Сонцезахисні кути β і γ , град. (за рис. 1)					
	10	20	30	40	50	60
Горизонтальна K_r	0,84	0,70	0,58	0,47	0,36	0,27
Вертикальна K_v	0,92	0,85	0,79	0,73	0,68	0,63

Примітка. Коефіцієнт опромінення при наявності горизонтальних і вертикальних елементів затінення слід визначати як добуток відповідних коефіцієнтів $K_2 = K_r \times K_v$.

Опір теплопередачі та коефіцієнти теплопроникувності заповнення світлових прорізів (вікон, балконних дверей та ліхтарів.)

№ пор.	Заповнення світлового прорізу	Опір теплопередачі R_{co} , $m^2 \cdot ^\circ C / Wt$ (приведене)	Коеф. теплопропускання заповнення світл. прорізу, $K4$
1	Однокамерний склопакет 4M ₁ -16Ar-4i, тепла рамка	0,73	0,78
2	Двокамерний склопакет з 7-камерним ПВХ профілем 4 M ₁ -10-4 M ₁ -10-4i, тепла рамка	0,71	0,78
3	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4 M ₁ -10-4 M ₁ -10 Ar -4i, тепла рамка	0,76	0,58
4	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4i-10-4 M ₁ -10-4i, тепла рамка	0,79	0,5
5	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4i-10 Ar -4 M ₁ -10 Ar -4i, рамка Al	0,83	0,5
6	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4i-10 Ar -4 M ₁ -10 Ar -4i, тепла рамка	0,92	0,4
7	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4i-14-4 M ₁ -14-4i, рамка Al	0,83	0,5
8	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4i-14-4 M ₁ -14-4i, тепла рамка	0,92	0,4
9	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4i-14 Ar -4 M ₁ -14 Ar -4i, тепла рамка	1,04	0,4
10	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4i-14 Ar -4 M ₁ -14 Ar -4i, рамка Al	0,93	0,4
11	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4i-14-4 M _U -14-4i, тепла рамка	0,95	0,4
12	Двокамерний склопакет з 7-камерним ПВХ профілем 4i-16 -4 M ₁ -16 -4i, тепла рамка	1,08	0,4
13	Двокамерний склопакет з 7-камерним ПВХ профілем 4i-16Ar-4-16Ar-4i, тепла рамка	1,34	0,4
14	Двокамерний склопакет з 5-камерним ПВХ профілем 4Solar-10Ar-4M ₁ -10 Ar -4i	0,94	0,4
15	Двокамерний склопакет з 7-камерним ПВХ профілем 4M ₁ -12-4i -12-4i, тепла рамка	1,03	0,4
16	Двокамерний склопакет з 7-камерним ПВХ профілем 4M ₁ -14-4i -14-4i, тепла рамка	1,12	0,36
17	Двокамерний склопакет з 7-камерним ПВХ профілем 4M ₁ -10Ar -4i -10Ar -4i, рамка Al	1,21	0,36

Примітки: Порядок скління – від зовнішньої поверхні. Позначення скла: M₁ – листове стандартне, M_U – мультифункціональне скло, i – енергозберігаюче з м'яким покриттям.

Продовження дод. А

Таблиця А.4

Висота h_s і азимут A_s сонця на різних широтах, град. у липні

Дійсний сонячний час – години		Географічна широта в град.																	
		30		40		44		48		52		56		60		64		68	
До опівдня	Після опівдня	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s	h_s	A_s
2 - 3	21 - 22																	4	145
3 - 4	20 - 21													1	130	3	131	6	131
4 - 5	19 - 20									3	119	5	120	7	120	9	119	10	118
5 - 6	18 - 19	6	111	8	111	9	111	10	110	12	109	13	108	14	107	15	106	16	104
6 - 7	17 - 18	18	104	19	104	19	100	20	99	21	97	21	95	21	94	21	92	21	91
7 - 8	16 - 17	30	94	29	93	29	90	30	87	30	85	29	82	28	81	27	79	27	77
8 - 9	15 - 16	42	86	41	82	40	78	40	76	38	72	37	69	36	67	34	64	32	61
9 - 10	14 - 15	54	75	52	69	50	65	49	60	47	56	45	53	43	50	40	49	37	45
10 - 11	13 - 14	65	56	62	49	59	45	56	40	54	36	51	33	48	31	44	29	40	28
11 - 12	12 - 13	73	24	69	20	65	18	61	16	58	13	54	12	50	11	46	10	42	9
12 опівдні		74	0	70	0	66	0	62	0	58	0	54	0	50	0	46	0	42	0

Показник поглинання теплового потоку сонячної радіації "а_п"

$\frac{\sum y}{\Delta}$	Години доби																								
	Z	Z+1	Z+2	Z+3	Z+4	Z+5	Z+6	Z+7	Z+8	Z+9	Z+10	Z+11	Z+12	Z+13	Z+14	Z+15	Z+16	Z+17	Z+18	Z+19	Z+20	Z+21	Z+22	Z+23	Z+24
Тривалість сонячної радіації $\Delta Z_r = 4$ год																									
0,5	0,01	0,33	0,61	0,58	0,25	0,12	0,08	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
1,0	0,03	0,22	0,43	0,46	0,27	0,15	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
1,5	0,04	0,16	0,33	0,38	0,26	0,16	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
2,0	0,05	0,14	0,28	0,33	0,24	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
2,5	0,05	0,12	0,24	0,29	0,23	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
3,0	0,06	0,11	0,22	0,27	0,22	0,15	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
3,5	0,06	0,10	0,20	0,24	0,21	0,14	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06
4,0	0,06	0,10	0,18	0,23	0,20	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06
4,5	0,07	0,10	0,17	0,21	0,19	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
5,0	0,07	0,09	0,16	0,20	0,18	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
5,5	0,07	0,09	0,15	0,19	0,18	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
6,0	0,07	0,09	0,15	0,19	0,17	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
Тривалість сонячної радіації $\Delta Z_r = 6$ год																									
0,5	0,02	0,24	0,50	0,66	0,68	0,52	0,25	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,08	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
1,0	0,04	0,17	0,36	0,50	0,54	0,46	0,28	0,18	0,14	0,12	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04
1,5	0,06	0,15	0,29	0,40	0,45	0,41	0,28	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,03	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
2,0	0,07	0,13	0,25	0,35	0,39	0,37	0,27	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07
2,5	0,08	0,13	0,22	0,31	0,35	0,34	0,26	0,20	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08
3,0	0,09	0,12	0,21	0,28	0,32	0,31	0,26	0,20	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
3,5	0,09	0,12	0,19	0,26	0,30	0,28	0,25	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
4,0	0,10	0,12	0,18	0,25	0,28	0,28	0,24	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10
4,5	0,10	0,12	0,18	0,23	0,27	0,27	0,23	0,19	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
5,0	0,11	0,12	0,17	0,22	0,26	0,26	0,23	0,19	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
5,5	0,11	0,12	0,17	0,21	0,25	0,25	0,22	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
6,0	0,11	0,12	0,16	0,21	0,24	0,24	0,22	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11
Тривалість сонячної радіації $\Delta Z_r = 8$ год																									
0,5	0,06	0,20	0,41	0,60	0,71	0,72	0,64	0,50	0,24	0,15	0,11	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
1,0	0,06	0,16	0,31	0,45	0,55	0,59	0,55	0,45	0,29	0,20	0,17	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06
1,5	0,08	0,15	0,26	0,38	0,46	0,50	0,49	0,42	0,30	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13	0,13	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
2,0	0,10	0,14	0,24	0,33	0,40	0,44	0,44	0,39	0,30	0,23	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10
2,5	0,11	0,15	0,22	0,30	0,37	0,40	0,40	0,37	0,29	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11

Продовження дод. А
Закінчення таблиці А.5

$\frac{\sum y}{\Delta}$	Години доби																								
	Z	Z+1	Z+2	Z+3	Z+4	Z+5	Z+6	Z+7	Z+8	Z+9	Z+10	Z+11	Z+12	Z+13	Z+14	Z+15	Z+16	Z+17	Z+18	Z+19	Z+20	Z+21	Z+22	Z+23	Z+24
3,0	0,12	0,14	0,21	0,28	0,34	0,37	0,38	0,35	0,29	0,24	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12
3,5	0,13	0,15	0,20	0,27	0,32	0,35	0,36	0,33	0,29	0,24	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13
4,0	0,14	0,15	0,20	0,25	0,30	0,33	0,34	0,32	0,28	0,27	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14
4,5	0,14	0,15	0,20	0,25	0,29	0,32	0,32	0,31	0,27	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14
5,0	0,15	0,16	0,19	0,24	0,28	0,31	0,31	0,30	0,27	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15
5,5	0,15	0,16	0,19	0,23	0,27	0,29	0,30	0,29	0,26	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15
6,0	0,15	0,16	0,19	0,23	0,26	0,29	0,30	0,29	0,26	0,23	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15
Тривалість сонячної радіації $\Delta Z_r = 10$ год																									
0,5	0,04	0,17	0,35	0,52	0,66	0,74	0,76	0,71	0,60	0,44	0,24	0,16	0,13	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04
1,0	0,08	0,16	0,28	0,41	0,52	0,60	0,63	0,61	0,55	0,44	0,30	0,22	0,19	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
1,5	0,11	0,16	0,25	0,35	0,44	0,51	0,54	0,54	0,50	0,43	0,32	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
2,0	0,13	0,16	0,24	0,32	0,40	0,45	0,49	0,49	0,46	0,41	0,33	0,27	0,24	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,13
2,5	0,15	1,17	0,23	0,30	0,37	0,42	0,45	0,46	0,44	0,39	0,32	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15
3,0	0,16	0,18	0,23	0,29	0,34	0,39	0,42	0,43	0,42	0,38	0,32	0,28	0,25	0,24	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,16
3,5	0,17	0,18	0,22	0,28	0,33	0,37	0,40	0,41	0,40	0,37	0,32	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17
4,0	0,18	0,19	0,22	0,27	0,31	0,35	0,33	0,39	0,38	0,36	0,32	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	0,18
4,5	0,18	0,19	0,22	0,27	0,21	0,34	0,37	0,37	0,37	0,35	0,31	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18
5,0	0,19	0,19	0,22	0,26	0,30	0,33	0,35	0,36	0,36	0,34	0,31	0,28	0,27	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,19
5,5	0,19	0,20	0,22	0,26	0,29	0,32	0,34	0,35	0,35	0,35	0,31	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,19
6,0	0,20	0,20	0,22	0,25	0,29	0,31	0,33	0,35	0,34	0,33	0,31	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20
Тривалість сонячної радіації $\Delta Z_r = 12$ год																									
0,5	0,06	0,16	0,32	0,47	0,50	0,70	0,77	0,78	0,75	0,68	0,56	0,41	0,24	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06
1,0	0,10	0,17	0,27	0,33	0,44	0,57	0,63	0,66	0,65	0,61	0,54	0,44	0,31	0,24	0,21	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10
1,5	0,14	0,18	0,26	0,34	0,43	0,50	0,55	0,58	0,59	0,56	0,51	0,43	0,34	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,14
2,0	0,16	0,19	0,25	0,32	0,39	0,45	0,50	0,53	0,54	0,52	0,48	0,43	0,35	0,29	0,27	0,25	0,23	0,22	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16
2,5	0,18	0,20	0,25	0,31	0,37	0,42	0,46	0,49	0,50	0,49	0,46	0,41	0,35	0,30	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18
3,0	0,20	0,21	0,25	0,30	0,35	0,40	0,44	0,47	0,41	0,47	0,45	0,41	0,36	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24	0,24	0,22	0,22	0,21	0,20	0,20
3,5	0,21	0,22	0,25	0,30	0,34	0,38	0,42	0,44	0,45	0,45	0,40	0,40	0,38	0,32	0,30	0,28	0,27	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22	0,22	0,21
4,0	0,22	0,23	0,26	0,27	0,33	0,37	0,40	0,42	0,44	0,43	0,42	0,39	0,35	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24	0,23	0,23	0,22
4,5	0,23	0,23	0,26	0,29	0,36	0,36	0,39	0,41	0,42	0,42	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30	0,29	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23
5,0	0,23	0,24	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,40	0,41	0,41	0,40	0,38	0,35	0,32	0,31	0,30	0,30	0,28	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24	0,23
5,5	0,24	0,24	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,40	0,40	0,39	0,38	0,35	0,32	0,32	0,30	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24
6,0	0,24	0,24	0,26	0,29	0,31	0,34	0,36	0,35	0,39	0,40	0,39	0,38	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,24

Примітка: якщо $Z=t>24$ год, то коефіцієнт a_n приймається для $Z=t-24$ год.

Коефіцієнт θ гармонійної зміни температури зовнішнього повітря для кожної години доби

ε_R	Години доби																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97
2	0,97	1	0,07	0,97	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87
3	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,91	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71
4	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,57	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5
5	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26
6	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0
7	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,97	-0,71	-0,5	-0,26
8	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5
9	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71
10	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87
11	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97
12	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1
13	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97
14	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87
15	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71
16	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5
17	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26
18	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26	0
19	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5	0,26
20	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71	0,5
21	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87	0,71
22	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97	0,87
23	0,87	0,71	0,5	0,26	0	-0,26	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1	0,97
24	0,97	0,57	0,71	0,5	0,26	0	0	-0,5	-0,71	-0,87	-0,97	-1	-0,97	-0,87	-0,71	-0,5	-0,26	0	0,26	0,5	0,71	0,87	0,97	1

Примітка: якщо $\varepsilon = a > 24$ год, то значення коефіцієнта θ_1 приймається для відповідної години доби при $\varepsilon = a - 24$ год.

**Дані для розрахунку теплонадходжень через масивні
огороджувальні конструкції**

Таблиця Б.1

**Поверхнева щільність потоку сонячної радіації: пряма/розсіяна, яка потрапляє
на горизонтальну поверхню, Вт/м², в липні**

Географічна широта град.	ГОДИНИ ДОБИ ДО ОПІВДНЯ $J_{\text{МАКС}}$							Середнє добове значення $J_{\text{сер}}$
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
36	<u>48</u>	<u>164</u>	<u>334</u>	<u>521</u>	<u>654</u>	<u>770</u>	<u>849</u>	344
	35	77	10	133	143	149	151	
40	<u>56</u>	<u>168</u>	<u>338</u>	<u>509</u>	<u>635</u>	<u>743</u>	<u>788</u>	333
	42	84	105	119	126	135	140	
44	<u>77</u>	<u>181</u>	<u>349</u>	<u>509</u>	<u>621</u>	<u>718</u>	<u>761</u>	331
	49	84	102	112	126	131	133	
48	<u>91</u>	<u>209</u>	<u>356</u>	<u>495</u>	<u>593</u>	<u>685</u>	<u>733</u>	328
	56	84	99	112	126	129	133	
52	<u>119</u>	<u>223</u>	<u>364</u>	<u>495</u>	<u>586</u>	<u>666</u>	<u>719</u>	329
	56	84	100	112	119	126	133	
56	<u>140</u>	<u>237</u>	<u>359</u>	<u>482</u>	<u>572</u>	<u>650</u>	<u>691</u>	327
	56	77	96	105	119	122	126	
60	<u>160</u>	<u>251</u>	<u>359</u>	<u>468</u>	<u>544</u>	<u>615</u>	<u>663</u>	319
	56	77	87	91	105	105	105	
64	<u>174</u>	<u>258</u>	<u>363</u>	<u>468</u>	<u>523</u>	<u>588</u>	<u>628</u>	319
	56	77	84	84	98	92	91	
68	<u>216</u>	<u>272</u>	<u>363</u>	<u>461</u>	<u>523</u>	<u>570</u>	<u>607</u>	332
	63	77	84	84	91	92	91	
	ГОДИНИ ДОБИ ПІСЛЯ ОПІВДНЯ							
	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	

Таблиця Б.2

**Поверхнева щільність потоку сонячної радіації: пряма/розсіяна, яка потрапляє
на вертикальну поверхню, північної орієнтації Вт/м², в липні**

Географічна широта град.	ГОДИНИ ДОБИ ДО ОПІВДНЯ $J_{\text{МАКС}}$							Середнє добове значення $J_{\text{сер}}$
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
36	<u>79</u>	<u>128</u>	<u>58</u>	—	—	—	—	73
	32	93	107	99	93	91	91	
40	<u>105</u>	<u>104</u>	<u>52</u>	—	—	—	—	71
	43	95	106	96	86	82	81	
44	<u>125</u>	<u>99</u>	<u>20</u>	—	—	—	—	72
	52	94	104	96	86	81	80	
48	<u>141</u>	<u>93</u>	—	—	—	—	—	73
	60	93	104	94	86	81	80	
52	<u>155</u>	<u>77</u>	—	—	—	—	—	79
	73	93	96	91	85	81	80	
56	<u>159</u>	<u>64</u>	—	—	—	—	—	80
	76	90	87	83	78	77	74	
60	<u>157</u>	<u>53</u>	—	—	—	—	—	82
	70	80	77	73	70	69	67	
64	<u>160</u>	<u>37</u>	—	—	—	—	—	88
	71	74	71	69	66	65	65	
68	<u>166</u>	<u>20</u>	—	—	—	—	—	104
	71	73	70	69	67	65	64	
	ГОДИНИ ДОБИ ПІСЛЯ ОПІВДНЯ							
	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	

**Поверхнева щільність потоку сонячної радіації: пряма/розсіяна, яка потрапляє
на вертикальну поверхню, південної орієнтації Вт/м², в липні**

Географічна широта град	ГОДИНИ ДОБИ ДО ОПІВДНЯ $J_{\text{МАКС}}$							Середнє добове значення $J_{\text{сеп}}$
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
36	—	<u>28</u>	<u>98</u>	<u>132</u>	<u>132</u>	<u>133</u>	<u>133</u>	55
40	<u>27</u>	<u>72</u>	<u>95</u>	<u>60</u>	<u>150</u>	<u>222</u>	<u>257</u>	110
44	<u>31</u>	<u>73</u>	<u>7</u>	<u>99</u>	<u>199</u>	<u>276</u>	<u>314</u>	128
48	<u>36</u>	<u>73</u>	<u>28</u>	<u>106</u>	<u>110</u>	<u>113</u>	<u>114</u>	159
52	<u>43</u>	<u>80</u>	<u>58</u>	<u>110</u>	<u>116</u>	<u>118</u>	<u>120</u>	168
56	<u>46</u>	<u>78</u>	<u>83</u>	<u>171</u>	<u>283</u>	<u>378</u>	<u>424</u>	187
60	<u>46</u>	<u>72</u>	<u>101</u>	<u>114</u>	<u>119</u>	<u>121</u>	<u>123</u>	204
64	<u>49</u>	<u>71</u>	<u>83</u>	<u>207</u>	<u>327</u>	<u>428</u>	<u>479</u>	221
68	<u>51</u>	<u>14</u>	<u>108</u>	<u>250</u>	<u>369</u>	<u>471</u>	<u>534</u>	241
	<u>51</u>	<u>73</u>	<u>93</u>	<u>106</u>	<u>115</u>	<u>121</u>	<u>121</u>	
	ГОДИНИ ДОБИ ПІСЛЯ ОПІВДНЯ							
	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	

Продовження дод. Б

Таблиця Б.4

Поверхнева щільність потоку сонячної радіації: пряма/розсіяна, яка потрапляє на вертикальну поверхню, південно-східної до південно-західної орієнтації Вт/м², в липні

Географічна широта град.	ГОДИНИ ДОБИ ДЛЯ ПІВДЕННО-СХІДНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ J _{МАКС}																				Середнє добове значення J _{сеп}
	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	15-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	
36				<u>60</u>	<u>212</u>	<u>314</u>	<u>395</u>	<u>384</u>	<u>308</u>	<u>200</u>	<u>80</u>		—	—	—	—	—				138
				31	108	172	174	133	116	112	104	96	91	84	77	42	21				
40				<u>66</u>	<u>225</u>	<u>364</u>	<u>425</u>	<u>417</u>	<u>352</u>	<u>254</u>	<u>119</u>		—	—	—	—	—				147
				46	116	148	146	129	112	104	98	91	85	81	76	56	27				
44				<u>95</u>	<u>256</u>	<u>395</u>	<u>467</u>	<u>460</u>	<u>380</u>	<u>297</u>	<u>150</u>	<u>19</u>	—	—	—	—	—				161
				53	116	148	146	136	116	107	104	91	85	81	74	59	30				
48			<u>2</u>	<u>125</u>	<u>286</u>	<u>427</u>	<u>497</u>	<u>429</u>	<u>429</u>	<u>335</u>	<u>190</u>	<u>41</u>	—	—	—	—	—	—			177
			10	62	119	148	151	144	127	113	105	94	88	81	74	58	35	6			
52			<u>5</u>	<u>154</u>	<u>316</u>	<u>457</u>	<u>521</u>	<u>518</u>	<u>465</u>	<u>373</u>	<u>230</u>	<u>65</u>	—	—	—	—	—	—			191
			20	71	122	149	154	149	131	116	105	98	92	85	73	58	35	12			
56			<u>23</u>	<u>184</u>	<u>346</u>	<u>488</u>	<u>551</u>	<u>561</u>	<u>502</u>	<u>413</u>	<u>260</u>	<u>91</u>	—	—	—	—	—	—			202
			27	77	121	142	145	138	124	107	102	96	92	86	72	56	37	17			
60		<u>12</u>	<u>76</u>	<u>198</u>	<u>377</u>	<u>512</u>	<u>579</u>	<u>582</u>	<u>534</u>	<u>448</u>	<u>259</u>	<u>128</u>	—	—	—	—	—	—	—		213
		9	35	79	115	130	133	124	113	101	96	93	88	81	66	53	37	23	6		
64		<u>58</u>	<u>140</u>	<u>267</u>	<u>430</u>	<u>541</u>	<u>622</u>	<u>624</u>	<u>570</u>	<u>483</u>	<u>340</u>	<u>169</u>	<u>2</u>	—	—	—	—	—	—		235
		16	46	84	115	129	129	123	112	100	941	92	86	78	63	52	38	26	13		
68	<u>35</u>	<u>105</u>	<u>174</u>	<u>314</u>	<u>456</u>	<u>576</u>	<u>663</u>	<u>669</u>	<u>616</u>	<u>529</u>	<u>378</u>	<u>198</u>	<u>23</u>	—	—	—	—	—	—		259
	12	24	58	90	120	134	134	123	114	101	95	93	87	79	63	52	38	30	19	9	
	ГОДИНИ ДОБИ ДЛЯ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ																				
	21-22	20-21	19-20	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	11-12	10-11	9-10	8-9	7-8	6-7	5-6	4-5	3-4	2-3	

Продовження дод. Б

Таблиця Б.5

Поверхнева щільність потоку сонячної радіації: пряма/розсіяна, яка потрапляє на вертикальну поверхню, північної-східної та північно-західної орієнтації Вт/м², в липні

Географічна широта град.	ГОДИНИ ДОБИ ДЛЯ ПІВНІЧНОЇ-СХІДНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ J _{МАКС}																					Середнє добове значення J _{сер}	
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22		22-23
36					<u>183</u>	<u>454</u>	<u>488</u>	<u>393</u>	<u>265</u>	<u>98</u>	—	—	—	—	—	—	—	—					129
					28	102	146	147	114	97	91	87	84	83	81	77	63	23					
40				<u>11</u>	<u>193</u>	<u>398</u>	<u>428</u>	<u>335</u>	<u>200</u>	<u>55</u>	—	—	—	—	—	—	—	—					123
				1	63	130	154	140	108	96	91	87	87	84	81	77	63	29					
44				<u>35</u>	<u>252</u>	<u>419</u>	<u>424</u>	<u>324</u>	<u>170</u>	<u>38</u>	—	—	—	—	—	—	—	—					123
				6	72	133	149	137	108	96	91	87	86	84	81	74	60	31					
48				<u>70</u>	<u>191</u>	<u>437</u>	<u>420</u>	<u>305</u>	<u>143</u>	<u>22</u>	—	—	—	—	—	—	—	—					125
				19	81	133	144	134	109	96	91	87	86	84	80	72	59	35	8				
52				<u>108</u>	<u>342</u>	<u>449</u>	<u>418</u>	<u>281</u>	<u>119</u>	<u>8</u>	—	—	—	—	—	—	—	—					127
				32	93	131	143	130	107	93	87	85	84	81	79	72	59	37	12				
56			<u>23</u>	<u>187</u>	<u>391</u>	<u>460</u>	<u>414</u>	<u>260</u>	<u>93</u>	—	—	—	—	—	—	—	—	—					129
			5	44	95	125	133	119	95	84	80	79	78	77	76	72	59	41	16				
60			<u>73</u>	<u>310</u>	<u>442</u>	<u>469</u>	<u>412</u>	<u>236</u>	<u>65</u>	—	—	—	—	—	—	—	—	—					134
			13	53	96	116	112	104	82	73	73	72	72	72	71	67	58	44	24	7			
64		<u>17</u>	<u>163</u>	<u>395</u>	<u>490</u>	<u>473</u>	<u>395</u>	<u>221</u>	<u>41</u>	—	—	—	—	—	—	—	—	—					143
		7	29	67	101	112	112	99	78	70	70	70	69	67	67	64	59	48	30	16			
68	<u>29</u>	<u>169</u>	<u>320</u>	<u>465</u>	<u>541</u>	<u>483</u>	<u>366</u>	<u>204</u>	<u>29</u>	—	—	—	—	—	—	—	—	—					164
	9	19	43	79	106	112	112	100	77	70	70	70	67	66	66	64	60	52	35	23	12	7	
	ГОДИНИ ДОБИ ДЛЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ																						
	22-23	21-22	20-21	19-20	18-19	17-18	16-17	15-16	115	13-14	12-13	11-12	10-11	9-10	8-9	7-8	6-7	5-6	4-5	3-4	2-3	1-2	

**Поверхнева щільність потоку сонячної радіації: пряма/розсіяна, яка потрапляє на
вертикальну поверхню, східної та західної орієнтації Вт/м², в липні**

Географічна широта град.	ГОДИНИ ДОБИ ДЛЯ СХІДНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ J _{МАКС}														Середнє добове значення J _{сер}
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	
36	<u>151</u>	<u>442</u>	<u>535</u>	<u>515</u>	<u>440</u>	<u>286</u>	<u>105</u>	—	—	—	—	—	—	—	162
	45	147	177	174	147	120	108	98	91	86	85	74	47	17	
40	<u>242</u>	<u>476</u>	<u>561</u>	<u>542</u>	<u>442</u>	<u>276</u>	<u>101</u>	—	—	—	—	—	—	—	169
	63	151	179	164	134	110	99	88	84	84	81	73	59	28	
44	<u>332</u>	<u>514</u>	<u>579</u>	<u>563</u>	<u>452</u>	<u>279</u>	<u>105</u>	—	—	—	—	—	—	—	180
	79	151	177	163	135	108	98	87	81	81	80	73	59	30	
48	<u>371</u>	<u>536</u>	<u>590</u>	<u>565</u>	<u>454</u>	<u>279</u>	<u>105</u>	—	—	—	—	—	—	—	184
	88	155	174	164	135	110	98	87	81	79	78	72	59	34	
52	<u>468</u>	<u>579</u>	<u>614</u>	<u>579</u>	<u>461</u>	<u>28</u>	<u>105</u>	—	—	—	—	—	—	—	200
	101	164	174	169	135	113	96	87	81	77	77	72	59	41	
56	<u>482</u>	<u>594</u>	<u>621</u>	<u>579</u>	<u>461</u>	<u>283</u>	<u>105</u>	—	—	—	—	—	—	—	201
	101	156	165	155	121	102	91	85	79	76	74	65	58	41	
60	<u>509</u>	<u>623</u>	<u>632</u>	<u>586</u>	<u>461</u>	<u>285</u>	<u>105</u>	—	—	—	—	—	—	—	206
	105	144	149	134	104	88	81	76	72	69	67	62	54	41	
64	<u>535</u>	<u>635</u>	<u>655</u>	<u>597</u>	<u>463</u>	<u>285</u>	<u>106</u>	—	—	—	—	—	—	—	215
	115	141	143	129	101	84	77	70	66	63	63	57	50	42	
68	<u>572</u>	<u>663</u>	<u>669</u>	<u>611</u>	<u>480</u>	<u>279</u>	<u>106</u>	—	—	—	—	—	—	—	239
	189	143	143	131	101	84	77	70	66	63	63	57	50	42	
	ГОДИНИ ДОБИ ДЛЯ ЗАХІДНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ														
	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13	11-12	10-11	9-10	8-9	7-8	6-7	5-6	

**Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні
огороджувальної конструкції**

Матеріал зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції	Коефіцієнт поглинання сонячної радіації χ
Алюміній матовий	0,52
Алюміній полірований	0,26
Азбест білий	0,42
Азбестоцементні листи	0,65
Асфальтобетон	0,9
Бетони	0,7
Вапняк світлий шліфований	0,35
Вапняк темний	0,50
Граніт світло-сірий полірований	0,8
Дерево нефарбоване	0,6
Захисний шар рулонної покрівлі зі світлого гравію	0,65
Мармур сірий шліфований	0,3
Мармур темний шліфований	0,65
Облицювання природним каменем білим	0,45
Пофарбування вапняне біле	0,3
Пофарбування силікатне темно-сіре	0,7
Плитка облицювальна біла або палева	0,45
Плитка керамічна	0,8
Плитка облицювальна скляна	0,6
Руберойд із піщаною посипкою	0,9
Скло облицювальне	0,7
Сталь листова, пофарбована білою фарбою	0,45
Сталь листова, пофарбована зеленою фарбою	0,6
Сталь листова, пофарбована темно-червоною фарбою	0,8
Сталь покрівельна оцинкована	0,65
Толь чорний	0,87
Фарби масляні:	
зелень смарагдова	0,61
кармін світлий, червоний	0,52
кобальт зелений світлий	0,58
кобальт фіолетовий	0,83
марс коричневий	0,65
охра золотиста	0,61
охра червона	0,63
ультрамарин синій	0,64
Цегла глиняна світло-коричнева	0,55
Цегла глиняна червона	0,7
Цегла керамічна	0,7
Цегла силікатна	0,6
Цегла силікатна глазурована	0,26
Штукатурка вапняна темно-сіра або теракотова	0,7
Штукатурка цементна світло-блакитна	0,3
Штукатурка цементна кремова	0,4
Штукатурка цементна темно-зелена	0,6

Для нотаток

Для нотаток

Для нотаток

Навчально-методичне видання

**РОЗРАХУНОК НАДХОДЖЕННЯ ШКІДЛИВОСТЕЙ ДО
ПРИМІЩЕНЬ ЖИТЛОВИХ ТА ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ**

Методичні вказівки

до практичних занять, курсового та дипломного проектування
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція»

денної та заочної форм навчання

Укладачі: **МОСКВІТІНА** Анна Сергіївна,
ШИШИНА Марія Олексіївна,
ПЕФТЄВА Ірина Олексіївна

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *Д.М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 20.09.2023. Формат 60x84_{1/16}

Ум. друк. арк. 3,72. Обл.-вид. арк. 4,0.

Електронний документ. Вид. № 73/III-23

Видавець і виготовлювач:

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

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