



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДСТУ 9190:2022

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ

**Метод розрахунку енергоспоживання
під час опалення, охолодження, вентиляції,
освітлення та гарячого водопостачання**

Відповідає офіційному тексту

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет стандартизації «Енергоефективність будівель і споруд» (ТК 302); Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 10 червня 2022 р. № 201 з 2023–03–01
- 3 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
- 4 НА ЗАМІНУ ДСТУ Б А.2.2-12:2015

Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати
здля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання
цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи

ДП «УкрНДНЦ», 2022

ЗМІСТ

	С.
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	2
4 Позначки та скорочення	4
5 Загальні положення	5
6 Схема методики розрахунку	8
6.1 Енергетичний баланс будівлі та систем	8
6.2 Метод розрахунку	8
6.3 Межі та зони будівлі під час розрахунку	9
6.4 Розрахунок за зонами	10
6.5 Визначення z-го об'єму	10
7 Енергопотреба для опалення та охолодження будівлі	10
7.1 Методика розрахунку	10
7.2 Енергопотреба для опалення та охолодження	11
8 Теплопередача трансмісією	12
8.1 Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі	12
8.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією	12
9 Теплопередача вентиляцією	17
9.1 Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі	17
9.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією	17
9.3 Нічне охолодження	21
9.4 Вентиляція з центральним попереднім підігріванням чи охолодженням	22
10 Внутрішні теплонадходження	23
11 Сонячні теплонадходження	26
11.1 Методика розрахунку	26
11.2 Загальні сонячні теплонадходження	26
11.3 Елементи сонячних теплонадходжень	26
11.4 Елементи затінення	29
11.5 Теплове випромінювання в атмосферу	41
12 Динамічні параметри	42
12.1 Методика розрахунку	42
12.2 Коефіцієнт використання надходжень для опалення	42
12.3 Коефіцієнт використання втрат для охолодження	42
12.4 Часова константа будівлі	43

13 Внутрішні умови	44
13.1 Постійне опалення та/або охолодження	44
13.2 Квaziпостійне опалення та/або охолодження	44
13.3 Коригування для переривчастості	45
13.4 Задані значення	46
13.5 Коригування для періоду невикористання	46
14 Річні енергопотреби для опалення та охолодження	47
14.1 Річні енергопотреби для опалення та охолодження зони будівлі	47
14.2 Річні енергопотреби для опалення та охолодження для комбiнування систем	48
15 Сумарне енергоспоживання системами опалення, охолодження та вентиляції	48
15.1 Загальні положення	48
15.2 Регулярні тепловтрати в системі та додаткова енергія. Загальні положення	48
15.3 Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезоннозалежних технічних засобів	50
15.4 Загальне енергоспоживання підсистеми тепловіддачі/виділення під час опалення	52
15.5 Загальне енергоспоживання підсистеми розподілення під час опалення	59
15.6 Підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти	64
15.7 Споживання теплової енергії під час опалення	68
15.8 Додаткова енергія для опалення	69
15.9 Загальне енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання	69
15.10 Загальне енергоспоживання під час охолодження	70
15.11 Енергоспоживання під час охолодження	73
15.12 Додаткова енергія для охолодження	74
15.13 Загальне енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження	74
15.14 Енергопотреби для осушування повітря систем центральної вентиляції	75
15.15 Загальне енергоспоживання систем вентиляції	75
16 Енергопотреба та енергоспоживання під час гарячого водопостачання (ГВП)	77
16.1 Енергопотреби в гарячому водопостачанні	77
16.2 Енергоспоживання гарячого водопостачання	78
17 Енергоспоживання під час освітлення	80
18 Оформлення звіту	82
Додаток А (обов'язковий) Кліматичні дані	85
Додаток Б (обов'язковий) Порядок визначення теплопередачі до ґрунту	117
Додаток В (довідковий) Приклад визначення енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання житлової будівлі	127
Додаток Г (довідковий) Приклади визначення теплопередачі до ґрунту	143
Додаток Д (довідковий) Бібліографія	152

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ

**Метод розрахунку енергоспоживання
під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення
та гарячого водопостачання**

ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS

**Method for calculation of energy use for space heating, cooling, ventilation,
lighting and domestic hot water**

Чинний від 2023–03–01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт установлює вимоги до методу розрахунку показників енергоефективності будівель під час проектування, нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту, зокрема з метою термомодернізування.

1.2 Цей стандарт установлює розрахунковий метод оцінювання показника енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання будівель житлового та громадського призначення (далі — будівлі), що проєктують або експлуатують.

1.3 Цей стандарт застосовують для:

- оцінювання загального енергоспоживання, первинної енергії та визначення енергетичних оцінок як вихідних даних;
- оцінювання відповідності — згідно з ДБН В.2.6-31 [1];
- порівняння енергетичних характеристик альтернативних проєктних рішень для будівлі, що проєктують;
- енергетичної сертифікації будівель відповідно до Закону [2];
- встановлення ефекту від можливих заходів з підвищення енергоефективності наявної будівлі;
- моніторингу енергетичної ефективності будівлі та її інженерних систем;
- планування заходів з термомодернізування;
- прогнозування необхідних енергетичних ресурсів на регіональному або національному рівні розрахунком енергоспоживання типових будівель.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті наведено посилання на такі національні стандарти:

ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель

ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія

ДСТУ-Н Б В.2.6-191:2013 Настанова з розрахункової оцінки повітропроникності огорожувальних конструкцій

ДСТУ Б EN ISO 10077-1:2016 Теплотехнічні властивості вікон, дверей і жалюзі. Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Частина 1. Загальні умови (EN ISO 10077-1:2006 + EN ISO 10077-1:2006/AC:2009, IDT)

ДСТУ EN 12831-1:2017 (EN 12831-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проєктного теплового навантаження Частина 1. Теплове навантаження, Модуль М3-3

ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 Енергоефективність будинків. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2008, IDT)

ДСТУ EN 14351-1:2020 (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT) Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері

ДСТУ EN 15232-1:2017 (EN 15232-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Частина 1. Вплив автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями. Модулі M10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

ДСТУ Б EN 15241:2015 Вентиляція будівель. Методи розрахунку енерговитрат при вентиляції та інфільтрації повітря у будівлях (EN 15241:2007, IDT + EN 15241:2007/AC:2011, IDT)

ДСТУ Б EN 15243:2015 Вентиляція будівель. Розрахунок температури приміщень та методи визначення навантажень і енергопотреб для будівель з системами кондиціонування повітря (EN 15243:2007, IDT)

ДСТУ EN 15316-2:2017 (EN 15316-2:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 2. Тепловіддача та холодовіддача (опалення та охолодження), Модулі M3-5, M4-5

ДСТУ EN 15316-3:2017 (EN 15316-3:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 3. Теплоподілення та холодоподілення (гаряче водопостачання, опалення та охолодження), Модулі M3-6, M4-6, M8-6

ДСТУ EN 15316-4-1:2017 (EN 15316-4-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергетичних характеристик та показників ефективності системи. Частина 4-1. Системи опалення приміщень та гарячого водопостачання, системи спалювання палива (опалювальні котли, біомаса), модулі M 3-8-1, M 8-8-1

ДСТУ EN 15316-4-2:2017 (EN 15316-4-2:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 4-2. Системи генерування тепла, системи теплових насосів, Модулі M3-8-2, M8-8-2

ДСТУ EN 15316-4-3:2017 (EN 15316-4-3:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергетичних характеристик та показників ефективності системи. Частина 4-3. Системи теплопостачання, теплові сонячні та фотоелектричні системи, модулі M 3-8-3, M 8-8-3, M 11-8-3

ДСТУ EN 15316-4-5:2017 (EN 15316-4-5:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Метод розрахунку енергопотреб та енергоефективності системи. Частина 4-5. Централізоване опалення та охолодження, Модулі M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5

ДСТУ EN 15378-1:2017 (EN 15378-1:2017, IDT) Енергоефективність будівель. Системи опалення та гарячого водопостачання будівель. Частина 1. Інспектування котлів, систем опалення та гарячого водопостачання, Модулі M3-11, M8-11

ДСТУ ISO 7345:2005 Теплоізоляція. Фізичні величини та визначення понять (ISO 7345:1987, IDT)

ДСТУ ISO 10211-1:2005 Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи (ISO 10211-1:1995, IDT)

ДСТУ ISO 10211-2:2005 Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення (ISO 10211-2:2001, IDT)

ДСТУ ISO 14683:2007 Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Лінійний коефіцієнт теплопередавання. Спрощені методики розраховування та стандартні значення (ISO 14683:1999, IDT)

Примітка. Чинність стандартів, на які є посилання в цьому стандарті, перевіряють згідно з офіційними виданнями національного органу стандартизації — каталогом національних нормативних документів і щомісячними інформаційними покажчиками національних стандартів.

Якщо стандарт, на який є посилання, замінено новим або до нього внесено зміни, треба застосовувати новий стандарт, охоплюючи всі внесені зміни до нього.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті вжито терміни, установлені в:

3.1 ДСТУ Б EN ISO 13790: додаткова енергія, допустима температура, внутрішня температура, зовнішня температура, енергопотреба для опалення чи охолодження, енергопотреба для зволоження та осушення, енергоспоживання при вентиляції, енергоспоживання при опаленні чи охолодженні, енергоспоживання іншими послугами, коефіцієнт використання втрат, коефіцієнт використання надходжень, коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, коефіцієнт теплопередачі трансмісією, кондиціонована зона, інженерна система будівлі, кондиціонований об'єм,

опалюваний об'єм, охолоджуваний об'єм, опалюваний період або період охолодження, переривчасте опалення або охолодження, період невикористання, регулярні утилізовані тепловтрати, регулярні тепловтрати, розрахунковий період, сонячне випромінювання, теплові надходження (теплоннадходження), внутрішні теплові надходження, сонячні теплові надходження, узагальнений коефіцієнт теплопередачі співвідношення надходжень і втрат теплоти, утилізація теплоти вентиляції

3.2 ДСТУ ISO 7345: коефіцієнт теплообміну, питома теплоємність, тепловий опір, тепловий потік

3.3 ДСТУ Б EN ISO 13790: розрахунковий інтервал.

Примітка 1. У методі, визначеному цим стандартом, використано розрахунковий інтервал один місяць. Для розраховування енергопотребити для попереднього підігріву та попереднього охолодження вентиляційного повітря використано часовий інтервал, що ґрунтується на почасовому перерізі характерного дня місяця.

Примітка 2. Для розраховування енергоспоживання під час опалення використовують тривалість опалювального періоду відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27 для будівель закладів освіти, закладів дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я з температурою менше ніж 10 °С, для інших будівель — з температурою менше ніж 8 °С.

Примітка 3. Для розраховування енергоспоживання під час охолодження використовують тривалість періоду охолодження відповідно до цього стандарту, що наведено в додатку А.6.

3.4 ДСТУ Б EN ISO 13790: некондиціонований об'єм.

Примітка 1. Некондиціонованим об'ємом, наприклад, є неопалюване (холодне) горище, неопалювані технічні поверхи (приміщення), неопалювана сходові клітка тощо.

Примітка 2. Частковим випадком некондиціонованого об'єму є приміщення оранжерейного типу — приміщення, що не входить до кондиціонованого об'єму з переважним світлопрозорим огороженням. Наприклад, застклений балкон, лоджія, оранжерея, зимовий сад тощо.

3.5 ДСТУ Б EN ISO 13790: задана (внутрішня) температура.

Примітка. Під час проектування під задану температуру розуміють розрахункову температуру внутрішнього повітря, що встановлена згідно з нормативними вимогами для відповідного типу будівлі, якщо іншого не визначено в завданні на проектування.

3.6 ДСТУ Б EN ISO 13790: регулярні тепловтрати, які утилізують.

Примітка. Метод, визначений цим стандартом, передбачає, що регулярні тепловтрати, які утилізують, безпосередньо взяті до уваги як зниження втрат системи.

Нижче подано терміни, додатково вжиті у цьому стандарті, та визначення позначених ними понять.

3.7 кондиціонована площа будівлі

Кондиціонована площа, яку опалюють або охолоджують, A_f , м², — сумарна площа поверхів (враховуючи, зокрема, мансардний, опалюваний цокольний і підвальний поверхи) будівлі, яку вимірюють у межах внутрішніх поверхонь зовнішніх стін, з урахуванням площі, що займають горизонтальні проекції внутрішніх стін і перегородок.

В опалювану площу входять опалювані сходові клітини, ліфтові та інші шахти з урахуванням їхньої площі на рівні кожного поверху. В опалювану площу будівлі не входять площі теплих горищ і техпідпілля, неопалюваних технічних поверхів, підвалу (підпілля), холодних неопалюваних веранд та сходових клітин, а також холодного горища або його частини, не зайнятої під мансарду. Під час визначення площі мансардного приміщення будівлі враховують площу цього приміщення до умовної границі, де висота від підлоги до внутрішньої поверхні похилої стелі становить не менше ніж 1,5 м за нахилу 30 град. до горизонту; 1,1 м за 45 град.; 0,5 м за 60 град. і понад. Решту площі приміщення з відповідною меншою висотою враховують з коефіцієнтом 0,7

3.8 кондиціонований об'єм будівлі

Кондиціонований об'єм V , м³, — для будівель з типовим планувальним рішенням усіх поверхів визначають як добуток кондиціонованої площі першого опалюваного поверху на внутрішню висоту, що вимірюють від поверхні підлоги першого поверху до поверхні стелі останнього поверху. У разі складних форм об'ємно-планувального рішення будівлі кондиціонований об'єм визначають як об'єм простору, обмежений внутрішніми поверхнями зовнішніх огорожувальних конструкцій (стін, покриття або горищного перекриття, цокольного перекриття). Для підземних автостоянок кондиціонований об'єм обмежують перекриттям над автостоянкою.

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

4.1 У таблиці 1 наведено позначки фізичних величин, вжитих у цьому стандарті.

Таблиця 1 — Позначки фізичних величин

Позначка	Визначення фізичної величини	Одиниця виміру
A	площа	м^2
a	числове значення коефіцієнта, що використовують	безрозмірний
b	коефіцієнт коригування для некондиціонованого та суміжного об'єму	безрозмірний
C	внутрішня теплоємність будівлі або зони на одиницю площі	$\text{Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$
c	питома теплоємність	$\text{Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$
d	товщина шару	м
E	енергія	$\text{Вт} \cdot \text{год}$
F	коефіцієнт	безрозмірний
g	загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорим елементом оболонки будівлі	безрозмірний
H	коефіцієнт теплопередачі	$\text{Вт} / \text{К}$
h	коефіцієнт теплообміну	$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$
I_{sol}	енергетична освітленість поверхні сонячною радіацією	$\text{Вт} / \text{м}^2$
L	довжина	м
N	номер, число	безрозмірний
Q	кількість теплоти	$\text{Вт} \cdot \text{год}, \text{кВт} \cdot \text{год}$
q	щільність теплового потоку	$\text{Вт} / \text{м}^2$
q_v	витрата повітря (об'ємна)	$\text{м}^3 / \text{с}$
R	тепловий опір	$\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$
t	час, період часу	год
v	коефіцієнт зниження об'єму повітря в будівлі	безрозмірний
Z, z	висота	м
U	коефіцієнт теплопередачі	$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$
V	об'єм кондиціонованої зони або повітря	м^3
α	коефіцієнт поглинання поверхнею сонячної радіації	безрозмірний
γ	співвідношення надходжень і втрат теплоти	безрозмірний
ε	коефіцієнт випромінювання поверхнею довгохвильової теплової радіації	безрозмірний
η	ефективність, коефіцієнт використання	безрозмірний
θ	температура за шкалою Цельсія	$^{\circ}\text{C}$
ρ	густина	$\text{кг} / \text{м}^3$
σ	стала Стефана-Больцмана ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$)	$\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$
τ	часова константа	год
Φ	тепловий потік, теплова потужність	Вт

4.2 У таблиці 2 наведено індекси, вжиті у цьому стандарті.

Таблиця 2 — Індекси

1	2	3	4	5	6
a	повітря	i	внутрішня (температура)	ren	відновлюваний
adj	встановлений	interm	переривчастий	s	призначений об'єм
an	річний	int	внутрішня (теплота)	se	зовнішня поверхня
aux	допоміжний	L	освітлення (система)	seas	сезонний
avg	середньочасовий	ls	втрати	set	задана (настроєна)
C	охолодження	m, <i>m</i>	місячний, визначений місяць	sh	затінення
C, nd	потреба в охолодженні чи потреба будівлі в охолодженні	met	метаболічний	shut	жалюзі
calc	розрахунковий	mn	середній (час або об'єм)	si	внутрішня поверхня
corr	скоригований	H, nd	потреба в опаленні чи потреба будівлі в опаленні	sol	сонячні (теплові надходження)
ctr	управління (регулювання)	noc	період невикористання	sup	подача (повітря)
const	постійний	nrbl	не утилізується	sys	система
dif	поширений	nrvd	неутилізований	T	термічний
dis	розподілення	nren	невідновлюваний	tot	сумарний
e	зовнішній, навколишній, оболонка	nut	невикористаний	tr	теплопередача трансмisiєю
em	тепловіддача	ob	завади	u	некондиціонований
F	обрамлення	off	вимкнений	ut	використаний
<i>l, j, k, m, n</i>	порядкові числа	on	увімкнений	ve	теплопередача вентиляцією
in	вхід	op	непрозорий	W	гаряче водопостачання
f	підлога	o	загальний (сукупний)	⊥	перпендикуляр
g	ґрунт	H	опалення	0	основа; посилення
gl	скління, засклений елемент	r	випромінювальний	tb	додаткова величина
gn	надходження	rvd	утилізований	sur	припливне повітря
ht	теплопередача	rbl	які утилізують	w	вікно
h	погодинний	red	зменшений (черговий)	x	змінна
		y, z	номер зони		

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Установлений цим стандартом метод містить розрахунок:

- теплопередачі трансмісією та вентиляцією зони будівлі, що опалюють або охолоджують до постійної внутрішньої температури;
- внутрішніх та сонячних теплонадходжень як складових теплового балансу будівлі;
- річних енергопотреб для опалення та охолодження для підтримання заданих температур повітря в будівлі (без урахування теплоти фазових переходів вологості повітря);

- г) річного енергоспоживання під час опалення та охолодження будівлі;
- д) річного енергоспоживання під час вентиляції;
- е) річної енергопотребі та річного енергоспоживання під час гарячого водопостачання (далі — ГВП);
- є) річного енергоспоживання під час освітлення.

5.2 Для розрахунку згідно з методикою цього стандарту необхідні такі основні вхідні дані:

- опис об'ємно-планувального рішення будівлі, її призначення та огорожувальних конструкцій з наведенням усіх необхідних для розрахунків характеристик;
- розмежування будівлі, за потреби, на різні теплові зони;
- вимоги комфорту: значення заданих температур, вологості та кратностей повітрообміну, що відповідають вимогам чинних санітарних та будівельних норм;
- кліматичні дані;
- характеристики теплопередачі трансмісією та вентиляцією;
- характеристики теплонадходжень від внутрішніх джерел теплоти та теплонадходжень від сонця;
- дані систем опалення, охолодження, ГВП, вентиляції та освітлення, а також наявна інформація про тривалість опалювального періоду та періоду охолодження (час роботи систем), що впливає на енергоспоживання та додаткову енергію для сезоннозалежних інженерних систем опалення, охолодження та вентиляції будівлі;
- енерговтрати невідновлювані та які утилізують або утилізовані в будівлі (внутрішні теплонадходження, утилізування тепловтрат вентиляцією);
- витрата повітря і температура припливного повітря (у разі центрального попередньо підігрітого чи охолодженого), а також енергоспоживання під час циркулювання повітря та його попереднього підігрівання чи охолодження (зокрема осушування чи зволоження повітря);
- ефективність системи управління будівлею, рівень автоматизування та регулювання.

5.3 Головними вихідними даними розрахунку згідно з цим стандартом є:

- річні енергопотребі в опаленні та охолодженні;
- річне енергоспоживання під час опалення та охолодження;
- річна енергопотреба в ГВП;
- річне енергоспоживання під час ГВП;
- річне енергоспоживання під час вентиляції;
- річне енергоспоживання системою освітлення;
- річне за наявності енергоспоживання під час надання інших послуг.

5.4 Цей стандарт установлює як розрахунковий інтервал один місяць для розраховування енергопотребі та енергоспоживання під час опалення та охолодження. Для розраховування енергопотребі для попереднього підігрівання чи попереднього охолодження цей стандарт установлює розрахунок енергопотребі й енергоспоживання під час ГВП та енергоспоживання під час освітлення виконують на річній основі.

5.5 Розрахунковий метод, визначений цим стандартом, не враховує теплове сполучення між різними зонами. Цей стандарт передбачає, що будівля може мати кілька зон з різними заданими температурами та мати переривчасте опалення або охолодження.

5.6 Установлений цим стандартом метод застосовують для будівель, які опалюють та/чи охолоджують для забезпечення теплового комфорту людей, але метод може бути використаний для інших типів будівель за умови, що відповідні вхідні дані визначені та враховано вплив спеціальних фізичних умов на точність.

5.7 Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення та охолодження в цьому стандарті обмежений явною теплотою. Прихована теплота взята до уваги як енергоспоживання під час осушування та охолодження, що розраховують у розділі 15.

5.8 Цей стандарт надає загальні правила для визначення граничних умов та вхідних фізичних величин.

5.9 Розрахунок не використовують для прийняття рішення про необхідність механічного охолодження.

5.10 Схему послідовності розрахунку наведено на рисунку 1.

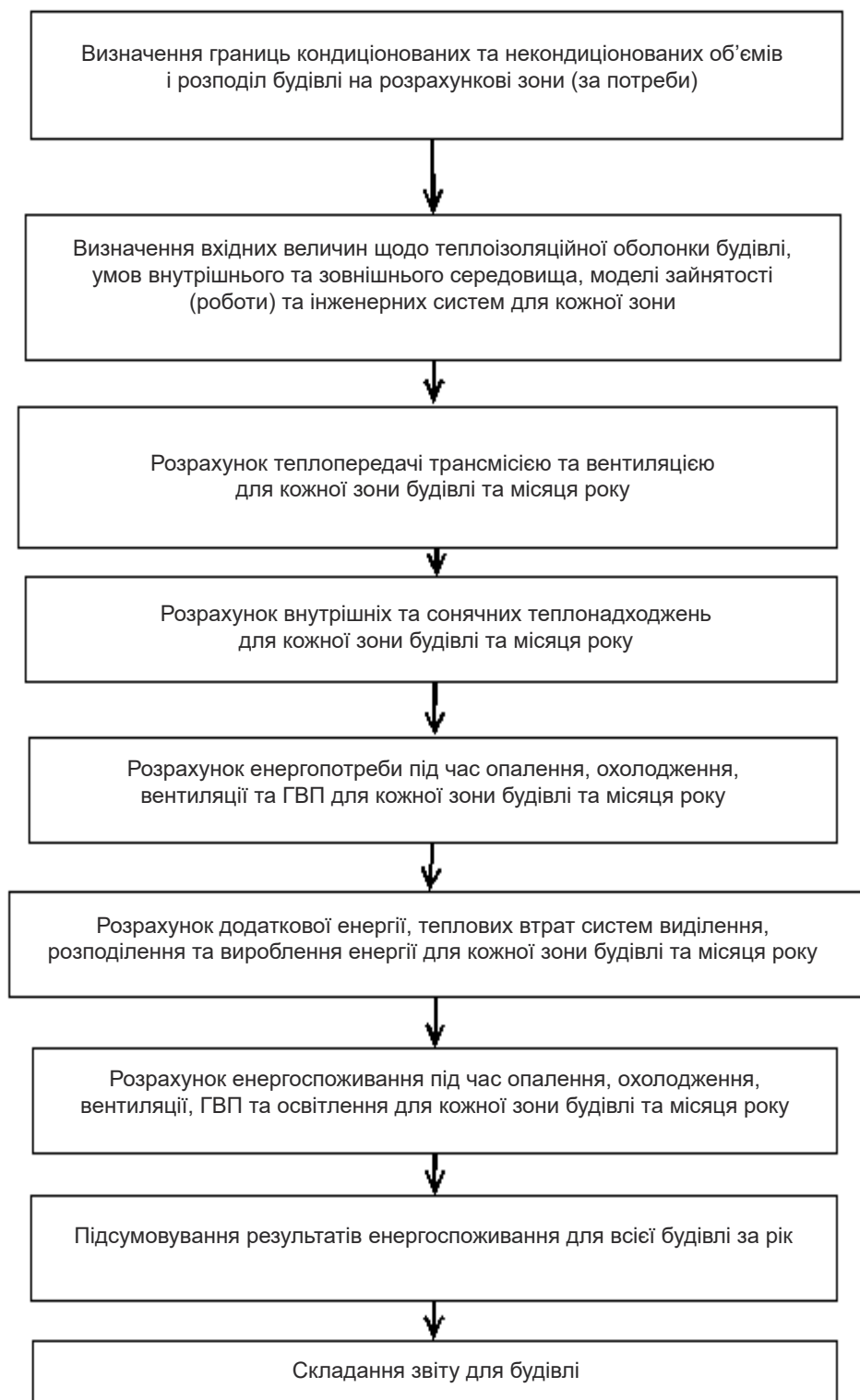


Рисунок 1 — Схема послідовності розрахунку

6 СХЕМА МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ

6.1 Енергетичний баланс будівлі та систем

6.1.1 Загальні положення

6.1.1.1 Залежно від ситуації будівля представлена розділеною на характерні зони або як одна зона.

6.1.1.2 Енергетичний баланс поділяють на енергетичний або тепловий баланс рівня будівлі та енергетичний баланс на рівні систем.

6.1.1.3 Енергопотребу в опаленні та охолодженні будівлі за явною теплою розраховують за енергетичним балансом зон(и) будівлі. Ці енергопотреби є вхідними даними для енергетичного балансу систем опалення, охолодження та вентиляції.

6.1.2 Енергетичний баланс рівня будівлі

6.1.2.1 Енергетичний (тепловий) баланс рівня зони будівлі має такі складові:

— теплопередачу трансмісією між кондиціонованим об'ємом та зовнішнім навколишнім середовищем, що обумовлена різницею між температурою кондиціонованої зони та температурою зовнішнього повітря;

— теплопередачу вентиляцією (від природної вентиляції або системи механічного вентилявання), спричинену різницею між температурою кондиціонованої зони та температурою припливного повітря;

— внутрішні теплонадходження (включаючи від'ємні надходження від тепловідводу), від людей, устаткування, освітлення та тепла, виділена або поглинута із систем опалення, охолодження, ГВП, вентиляції тощо;

— сонячні теплонадходження через огорожувальні конструкції (які можуть бути прямими, наприклад, через вікна, або непрямыми, наприклад, поглинені непрозорими елементами будівлі);

— акумульовану теплоту в будівлі або вивільнений запас теплоти з масиву будівлі;

— енергопотребу для опалення: якщо зону опалюють, система опалення постачає теплоту для підвищення внутрішньої температури до мінімально необхідного рівня (завданого для опалення);

— енергопотребу для охолодження: якщо зону охолоджують, система охолодження відбирає теплоту для зниження внутрішньої температури до максимально необхідного рівня (завданого для охолодження).

Примітка. Теплопередача до навколишнього середовища є від'ємною, коли зовнішня температура перевищує внутрішню.

6.1.2.2 Енергетичний баланс будівлі може також включати енергію, утилізовану в будівлі від різних джерел, таку як утилізовані вентиляційні тепловтрати та втрати систем опалення та охолодження, які утилізують.

6.1.3 Енергетичний баланс на рівні інженерних систем будівлі

6.1.3.1 Енергопотребу для опалення та охолодження будівлі задовольняють енергопостачанням від систем опалення та охолодження.

6.1.3.2 На рівні систем енергетичний баланс на опалення та охолодження, за потреби, включає:

— енергопотребу в опаленні та охолодженні зони будівлі з урахуванням тривалості відповідних періодів;

— енергію, вироблену відновлюваними джерелами;

— генерування, акумулювання, розподілення, тепловіддачу та регулювання втрат систем опалення та охолодження;

— енергію, що надходить до систем опалення та охолодження;

— енергію, що витрачається на центральне попереднє підігрівання чи охолодження вентиляційного повітря, включаючи його транспортування, тепловтрати та управління;

— енергію, яка може додатково надходити від джерела, до якого приєднані системи опалення чи охолодження (наприклад, електроенергія, що експортується з когенераційної установки).

6.1.3.3 Енергетичний баланс системи може також містити енергію, що надходить у систему від скидного потенціалу технологічних процесів.

6.2 Метод розрахунку

6.2.1 Для розрахунку енергопотреби в опаленні цей стандарт визначає квазістаціонарний метод, згідно з яким тепловий баланс розраховують для періоду в один місяць, що дає змогу взяти до уваги динамічні ефекти за емпірично визначеним коефіцієнтом використання надходжень та/або втрат.

6.2.2 Помісячний розрахунок енергоспоживання під час опалення дає коректні результати в цілому за рік, але результати для окремих місяців, що межують з початком та закінченням опалювального періоду та періоду охолодження, можуть мати великі відносні помилки.

6.2.3 Для опалення коефіцієнт використання внутрішніх та сонячних теплових надходжень беруть до уваги як факт, що лише частина цих надходжень використана для зменшення енергопотребі в опаленні. Залишок призводить до небажаного зростання внутрішньої температури понад задане значення.

6.2.4 Для енергоспоживання під час охолодження цей стандарт визначає квазістаціонарний місячний метод, застосовуючи коефіцієнт використання втрат (дзеркальне відображення підходу для опалення): коефіцієнт використання теплопередачі трансмісією та вентиляцією беруть до уваги як факт, що лише частина теплопередачі трансмісією та вентиляцією використана для зменшення енергопотребі в охолодженні. «Невикористана» теплопередача трансмісією та вентиляцією виникає протягом періодів чи інтервалів (наприклад, уночі), коли вони не впливають на потребу в охолодженні, що існує протягом інших періодів чи моментів (наприклад, удень).

Примітка. Див. додаток І ДСТУ Б EN ISO 13790 для детальнішого тлумачення коефіцієнта використання надходжень для опалення та коефіцієнта використання втрат для охолодження.

6.3 Межі та зони будівлі під час розрахунку

6.3.1 Межі будівлі під час розрахунку

Межі будівлі під час розрахунку енергопотребі в опаленні та/або охолодженні формують з усіх елементів будівлі, що відокремлюють кондиціонований об'єм або об'єми, які розглядають (V , m^3), від зовнішнього навколишнього середовища (повітря, ґрунт чи вода) або від суміжних будівель чи некондиціонованих об'ємів, використовуючи внутрішні габаритні розміри.

6.3.2 Теплові зони

6.3.2.1 Загальні положення

6.3.2.1.1 Може бути необхідним розділити будівлю на різні зони з розрахунком енергопотребі в опаленні та охолодженні для кожної зони окремо.

6.3.2.1.2 Якщо будівля поділена на кілька зон, кожен зону потрібно розрахувати окремо, використовуючи процедури розрахунку за однією зоною та за умови адіабатичних границь між зонами. Це розглядають як розрахунок мультizonи без теплового сполучення між зонами.

6.3.2.1.3 Межу зони будівлі формують з усіх елементів будівлі, що відокремлюють кондиціонований об'єм чи об'єми, які розглядають, від зовнішнього навколишнього середовища (повітря, ґрунт чи вода), від суміжних кондиціонованих зон, будівель чи некондиціонованих об'ємів, використовуючи внутрішні габаритні розміри. Межею між зонами вважають уявну лінію, що проходить посередині перегородки/місця сполучення між зонами.

6.3.2.2 Критерій поділу на зони

6.3.2.2.1 Некондиціоновані об'єми, що займають не більше ніж 10 % сумарної некондиціонованої та кондиціонованої площі будівлі, можуть бути введені всередину кондиціонованої зони, але в цьому разі їх потрібно розглядати як кондиціоновані об'єми.

6.3.2.2.2 Розподіл будівлі на теплові зони не є обов'язковим, якщо всі подальші умови виконують для об'ємів усередині будівлі:

- а) задані температури на опалення об'ємів відрізняються не більше ніж на 4 К включно;
- б) об'єми не мають механічного охолодження або механічне охолодження та задані температури на охолодження об'ємів відрізняються не більше ніж на 4 К включно;
- в) об'єми обслуговують однією системою опалення (якщо є) та однією системою охолодження (якщо є);
- г) якщо наявна система(-и) вентиляції обслуговує принаймні 80 % площі підлоги об'ємів;
- д) характеристика вентиляції приміщень, $m^3/(m^2 \cdot c)$, відрізняється не більше ніж у 4 рази всередині 80 % площі підлоги, або є велика ймовірність, що двері між приміщеннями будуть відчинені.

Якщо одна або кілька з цих умов не виконуються, будівлю розділяють на кілька зон так, щоб усі умови виконувалися для кожної зони. Подальше розділення на менші зони не рекомендують.

Примітка 1. Для цілей енергетичної сертифікації та документування дотримання будівельних норм наявної будівлі, а також для цілей спрощеного енергоаудиту допустимо виконувати однозонний розрахунок будівлі з урахуванням 6.4.1.

Примітка 2. Якщо зони, для яких не виконуються умови 6.3.2.2.2, становлять не більше ніж 15 % від загальної кондиціонованої площі будівлі або для яких не виконуються умови г) та д), проте розрахунок теплопередачі вентиляцією виконано за вентиляційними підзонами відповідно до 9.2, то зонування можна знехтувати.

Примітка 3. Доцільно розділяти будівлю на кілька зон, якщо виконуване оцінювання енергетичної ефективності потребує високої точності (наприклад, для інвестиційних проектів або коли завданням передбачена особлива точність) або очікують великі відмінності у співвідношенні надходжень і втрат теплоти для режиму опалення або для режиму охолодження.

6.4 Розрахунок за зонами

6.4.1 Розрахунок за однією зоною

6.4.1.1 Під час розраховування за однією зоною за наявності об'ємів (приміщень), що відрізняються за призначенням та/або значенням заданої температури під час опалення зони будівлі, задану температуру $\theta_{\text{int,H,set}}$, °C, визначають за формулою:

$$\theta_{\text{int,H,set}} = \frac{\sum_s (V_s \cdot \theta_{\text{int,s,H,set}})}{V}, \quad (1)$$

де $\theta_{\text{int,s,H,set}}$ — задана температура під час опалення s -го об'єму, °C, визначена згідно з розділом 13;
 V_s — значення s -го об'єму, м³, визначена згідно з 6.5;
 V — значення кондиціонованого об'єму будівлі (зони будівлі), м³, визначене згідно з 3.6.

6.4.1.2 Під час розраховування за однією зоною за наявності об'ємів (приміщень), що відрізняються за призначенням та/або значенням заданої температури під час охолодження зони будівлі, задану температуру $\theta_{\text{int,C,set}}$, °C, визначають за формулою:

$$\theta_{\text{int,C,set}} = \frac{\sum_s (V_s \cdot \theta_{\text{int,s,C,set}})}{V}, \quad (2)$$

де $\theta_{\text{int,s,C,set}}$ — задана температура під час охолодження s -го об'єму, °C, визначена згідно з розділом 13;
 V_s — значення s -го об'єму, м³, визначене згідно з 6.5;
 V — значення те саме, що в 6.4.1.1.

6.4.1.3 Під час розраховування за однією зоною, якщо зона містить об'єми, що мають відмінні характеристики параметрів щодо внутрішніх теплонадходжень, годин освітлення, годин вентиляції, кратності повітрообміну тощо, то необхідно використовувати середньозважене до об'єму значення параметра, аналогічно тому, як це визначено для заданої температури. Осереднення виконують на місячній основі.

6.4.1.4 Під час розраховування за однією зоною, якщо зона містить об'єми, що обслуговують різні інженерні системи (опалення, охолодження, вентиляції) з різними параметрами, для більшої точності розрахунків допустимо під час визначення енергоспоживання інженерними системами використовувати значення енергопотреб, визначене як частка від загальної енергопотреб відповідної системи. Частку визначають як відношення значення s -го об'єму, що обслуговує відповідна система до суми s -тих об'ємів зони.

6.4.2 Розрахунок мультизони без теплового сполучення між зонами

6.4.2.1 Для розраховування мультизони без теплового сполучення між зонами (розраховування з ізолюваними зонами) теплопередачу повітрообміном та/або трансмісією між зонами не беруть до уваги. Відповідно це розраховування розглядають як серію незалежних розраховувань за однією зоною.

6.4.2.2 Для зон, що мають спільне використання загальної системи опалення та охолодження, енергопотреба під час опалення та охолодження будівлі є сумою енергопотреб, розрахованих для окремих зон (див. розділ 14).

6.4.2.3 Для зон, що не мають спільного використання загальної системи опалення та охолодження, енергоспоживання будівлі є сумою енергоспоживання, розрахованого для окремих зон (див. розділ 15).

6.5 Визначення s -го об'єму

6.5.1 Кондиціоновані s -ті об'єми, V_s , м³, що використовують для осереднення параметрів та показників, є об'ємами всередині меж кондиціонованого об'єму будівлі (зони будівлі), визначеного згідно з 3.7. Межею між об'ємами вважають уявну лінію, що проходить посередині стіни/перегородки/перекриття/місця сполучення між об'ємами.

6.5.2 Сума s -тих об'ємів зони має дорівнювати кондиціонованому об'єму будівлі (зони будівлі).

7 ЕНЕРГОПОТРЕБА ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ БУДІВЛІ

7.1 Методика розрахунку

7.1.1 Цим стандартом передбачено два кроки розрахунку:

- 1) розрахунок енергопотреб для опалення та охолодження;
- 2) розрахунок сезонної тривалості роботи сезоннозалежних технічних засобів інженерних систем.

7.1.2 Методика розрахунку з визначення енергопотреб для опалення та охолодження зони будівлі дає можливість:

- а) визначити внутрішні умови згідно з розділом 13 та кліматологічні умови відповідно до додатка А.
- б) розрахувати характеристики теплопередачі трансмісією згідно з розділом 8.
- в) розрахувати характеристики теплопередачі вентиляцією згідно з розділом 9.
- г) розрахувати внутрішні теплонадходження згідно з розділом 10.
- д) розрахувати сонячні теплонадходження згідно з розділом 11.
- е) розрахувати динамічні параметри згідно з розділом 12.

Енергопотребу для опалення та охолодження встановлюють згідно з розрахунком 12-місячного опалювального режиму та 12-місячного режиму охолодження, кожен із власним значенням параметра (наприклад, для вентиляції, утилізування теплоти тощо).

7.2 Енергопотреба для опалення та охолодження

7.2.1 Енергопотреба для опалення

7.2.1.1 Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для опалення, $Q_{H,nd}$, Вт·год, за умови постійного опалення, розраховують за формулою:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,g} \cdot Q_{H,g} - Q_{ve,pre-heat}, \quad (3)$$

- де $Q_{H,nd,cont}$ — енергопотреба для постійного опалення будівлі, Вт·год, має бути більше чи дорівнювати 0;
- $Q_{H,ht}$ — сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт·год, визначена згідно з 7.2.3.1;
- $Q_{H,g}$ — сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт·год, визначені згідно з 7.2.3.2;
- $\eta_{H,g}$ — безрозмірний коефіцієнт використання надходжень, визначений згідно з 12.2;
- $Q_{ve,pre-heat}$ — енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря, Вт·год, визначена згідно з 9.4.

7.2.1.2 Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для опалення, $Q_{H,nd}$, за умови переривчастого опалення, якщо виконують умови 13.2, визначають за формулою:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,interm}. \quad (4)$$

де $Q_{H,nd,interm}$ визначають згідно з 13.3

7.2.1.3 У випадку з довготривалим періодом невикористання $Q_{H,nd}$ визначають з поправками згідно з 13.5.

7.2.2 Енергопотреба для охолодження

7.2.2.1 Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для охолодження $Q_{C,nd}$, Вт·год, за умови постійного охолодження, розраховують за формулою:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,g} - \eta_{C,ls} (Q_{C,ht} + Q_{ve,pre-cool}), \quad (5)$$

- де $Q_{C,nd,cont}$ — енергопотреба в постійному охолодженні будівлі, Вт·год, має бути більше чи дорівнювати 0;
- $Q_{C,ht}$ — сумарна теплопередача в режимі охолодження, Вт·год, визначена згідно з 7.2.3.1;
- $Q_{C,g}$ — сумарні теплонадходження в режимі охолодження, Вт·год, визначені згідно з 7.2.3.2;
- $\eta_{C,ls}$ — безрозмірний коефіцієнт використання втрат, визначений згідно з 12.3;
- $Q_{ve,pre-cool}$ — енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря, Вт·год, визначена згідно з 9.4.

7.2.2.2 Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для охолодження $Q_{C,nd}$, за умови переривчастого охолодження, якщо виконуються умови 13.2, визначають за формулою:

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,interm}. \quad (6)$$

де $Q_{C,nd,interm}$ визначають згідно з 13.3.

7.2.2.3 У випадку з довготривалим періодом невикористання $Q_{C,nd}$ визначають з поправками згідно з 13.5.

7.2.3 Сумарна теплопередача та теплові надходження

7.2.3.1 Для кожної зони будівлі та для кожного місяця сумарну теплопередачу, Q_{ht} , Вт·год, ($Q_{H,ht}$ — для режиму опалення, $Q_{C,ht}$ — для режиму охолодження) визначають за формулою:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}, \quad (7)$$

де Q_{tr} — сумарна теплопередача трансмісією, Вт·год, визначена згідно з розділом 8;

Q_{ve} — сумарна теплопередача вентиляцією, Вт·год, визначена згідно з розділом 9.

7.2.3.2 Сумарні теплові надходження, Q_{gn} , Вт·год, ($Q_{H,gn}$ — для режиму опалення, $Q_{C,gn}$ — для режиму охолодження) для кожної зони будівлі для кожного місяця визначають за формулою:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}, \quad (8)$$

де Q_{int} — сума внутрішніх теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт·год, визначена згідно з розділом 10;

Q_{sol} — сума сонячних теплонадходжень протягом кожного місяця, Вт·год, визначена згідно з розділом 11.

8 ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ТРАНСМІСІЄЮ

8.1 Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі

Сумарну теплопередачу трансмісією Q_{tr} , Вт·год, розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами:

— для опалення:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,set,H} - \theta_e) t; \quad (9)$$

— для охолодження:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj} (\theta_{int,set,C} - \theta_e) t; \quad (10)$$

де $H_{tr,adj}$ — загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, Вт/К, встановлений для різниці температур всередині-зовні, визначений згідно з 8.2;

$\theta_{int,set,H}$ — розрахункова (задана) внутрішня температура зони будівлі під час опалення, °С, визначена згідно з розділом 13;

$\theta_{int,set,C}$ — розрахункова (задана) внутрішня температура зони будівлі під час охолодження, °С, визначена згідно з розділом 13;

θ_e — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А;

t — тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, год, визначена згідно з додатком А.

Примітка. Теплопередача або частина теплопередач може мати від'ємний знак протягом певного періоду.

8.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією

8.2.1 Загальні положення

8.2.1.1 Сумарне значення узагальненого коефіцієнта теплопередачі трансмісією $H_{tr,adj}$, Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A, \quad (11)$$

де H_D — безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

H_g — стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

H_U — узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

H_A — узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

8.2.1.2 У загальному випадку H_x , що відображає H_D , H_g , H_U або H_A , сформований з трьох співмножників та його розраховують за формулою:

$$H_x = b_{tr,x} \sum_i A_i U_i, \quad (12)$$

де A_i — площа i -го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі виміряна за внутрішніми розмірами, включно з площею внутрішніх дверних та віконних укосів, м²;

U_i — приведений коефіцієнт теплопередачі i -го елемента теплоізоляційної оболонки будівлі, Вт/(м²·К), що визначають згідно з 8.2.2.5;

$b_{tr,x}$ — поправковий коефіцієнт, що становить:

$b_{tr,x} = 1$ — під час розрахунків H_D та H_g ;

$b_{tr,x} \neq 1$ — під час розрахунків H_U , H_A , значення потрібно визначати згідно з 8.2.2.

Примітка. Поправковий коефіцієнт b коригує коефіцієнт H_x замість різниці температур.

8.2.1.3 Підсумовування у формулі (11) здійснюють за всіма складовими будівлі, що розділяють внутрішнє середовище та середовище з іншої сторони конструкції (зовнішнє, ґрунт, некондиціонований об'єм, суміжна будівля тощо).

8.2.1.4 У випадку наявності понад одного типу поверху, одного суміжного некондиціонованого об'єму або однієї суміжної будівлі, значення узагальнених коефіцієнтів теплопередачі трансмісією складають, використовуючи для кожного елементу будівлі відповідне значення поправкового коефіцієнта $b_{tr,x}$.

8.2.2 Особливі методики

8.2.2.1 Теплопередача при ефекті нічної ізоляції

8.2.2.1.1 Метод, визначений цим стандартом для наявних будівель, не враховує ефекту нічної ізоляції. Для нового будівництва та реконструювання ефект нічної ізоляції може бути врахований згідно з ДСТУ Б EN ISO 13790.

8.2.2.2 Теплопередача до ґрунту

8.2.2.2.1 Методику розрахунку теплопередачі до ґрунту наведено в додатку Б.

8.2.2.2.2 Для наявних будівель узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту у формулі (11) необхідно використовувати значення H_g , що розраховують згідно з Б.1, та знехтувати поправкою на різницю температур (значення ($b_{tr,x} = 1$)).

Для нового будівництва та реконструкції узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту можливо розраховувати для кожного місяця $H_{g,m}$, згідно з Б.2. У цьому разі H_g у формулі (11) необхідно замінити на $H_{g,m}$ (без коригування на $b_{tr,x}$).

8.2.2.3 Теплопередача до суміжного некондиціонованого об'єму та суміжного приміщення оранжерейного типу

8.2.2.3.1 Суміжний некондиціонований об'єм або суміжне приміщення оранжерейного типу є некондиціонованим об'ємом за межами розрахункової зон(и) під час визначення енергопотреб під час опалення та охолодження будівлі.

8.2.2.3.2 Розрахункова процедура, наведена нижче, є однаковою для суміжного некондиціонованого об'єму та суміжного приміщення оранжерейного типу.

8.2.2.3.3 Коригування узагальненого коефіцієнта теплопередачі враховують поправковим коефіцієнтом $b_{tr,x} = b_U$, що базується на температурі суміжного некондиціонованого об'єму/суміжного приміщення оранжерейного типу.

8.2.2.3.4 Узагальнений коефіцієнт теплопередачі, що враховує теплопередачу трансмісією та вентиляцією, між кондиціонованим об'ємом/зоною та зовнішнім середовищем через некондиціонований об'єм/приміщення оранжерейного типу розраховують за формулою:

$$H_U = H_{iu} b_U, \quad (13)$$

де H_{iu} — безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі між кондиціонованим об'ємом/зоною та некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу, Вт/К, визначають згідно з формулою (16).

8.2.2.3.5 Поправковий коефіцієнт b_U розраховують для кожного місяця за формулою:

$$b_U = \frac{\theta_i - \theta_u}{\theta_i - \theta_e}, \quad (14)$$

де θ_i — розрахункова (задана) температура кондиціонованого об'єму/зони, °С;

θ_e — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А;

θ_u — температура некондиціонованого об'єму/приміщення оранжерейного типу, °С, що розраховують на основі теплового балансу в стаціонарних умовах за формулою:

$$\theta_u = \frac{\Phi + \theta_i H_{iu} + \theta_e H_{ue} + \theta_{m,i} \sum_j (\Psi_{Lj} \cdot L_j)}{H_{iu} + H_{ue} + \sum_j (\Psi_{Lj} \cdot L_j)}, \quad (15)$$

де θ_i та θ_e — те саме, що у формулі (14), °C;

H_{ue} — безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі між некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу та зовнішнім середовищем, Вт/К, визначають згідно з формулою (16);

$\theta_{m,i}$ — середня температура теплоносія упродовж i -го місяця, °C;

Ψ_{Lj} — лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го трубопроводу, що визначають згідно з 15.5.2.2, Вт/(м·К);

L_j — довжина j -го трубопроводу, м.

Примітка. Доданки $\theta_{m,i}$, $\Sigma_j (\Psi_{Lj} L_j)$ та $\Sigma_j (\Psi_{Lj} L_j)$ враховують за умов наявності трубопроводів систем опалення чи ГВП в некондиціонованому об'ємі, які функціонують у розрахунковому місяці.

8.2.2.3.6 Коефіцієнти H_{iu} та H_{ue} враховують теплопередачу трансмісією та вентиляцією. Їх розрахунок здійснюють за формулами:

$$H_{iu} = H_{T,iu} + H_{V,iu} \text{ та } H_{ue} = H_{T,ue} + H_{V,ue}; \quad (16)$$

$$H_{V,iu} = \rho c_p q_{iu} \text{ та } H_{V,ue} = \rho c_p q_{ue}, \quad (17)$$

де $H_{T,iu}$, $H_{T,ue}$ — безпосередні узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією між кондиціонованим об'ємом/зоною і некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу та між некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу і зовнішнім середовищем відповідно, Вт/К. Визначають згідно з формулою (12) з поправковим коефіцієнтом $b_{tr,x} = 1$;

$H_{V,iu}$, $H_{V,ue}$ — узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією між кондиціонованим об'ємом/зоною і некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу та між некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу і зовнішнім середовищем відповідно, Вт/К. Визначають згідно з формулою (24);

q_{iu} , q_{ue} — витрати повітряних потоків під час вентиляції з інфільтрацією між кондиціонованим об'ємом/зоною і некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу та між некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу і зовнішнім середовищем відповідно, м³/год, визначають з проєктних даних, результатів випробувань або інших джерел;

ρ — густина повітря, може бути прийнята $\rho = 1,2$ кг/м³;

c_p — питома теплоємність повітря, може бути прийнята $c_p = 0,28$ Вт·год/(кг·К);

Φ — тепловий потік, що надходить всередину некондиціонованого об'єму/приміщенням оранжерейного типу, Вт, що визначають за формулою:

$$\Phi = \Phi_{sol,mn,u,l} + \Phi_{int,mn,u,l}, \quad (18)$$

де $\Phi_{int,mn,u,l}$ — усереднений за часом тепловий потік від l -го внутрішнього джерела в суміжному некондиціонованому об'ємі, Вт, визначають згідно з 10.3;

$\Phi_{sol,mn,u,l}$ — усереднений за часом тепловий потік від l -го джерела сонячного випромінювання в суміжному некондиціонованому об'ємі, Вт, визначають згідно з 11.3.

8.2.2.3.7 Тепловий потік Φ , що надходить всередину некондиціонованого об'єму/приміщенням оранжерейного типу, охоплює прямі сонячні теплонадходження, внутрішні та будь-які інші теплонадходження. Сонячні та інші теплонадходження мають бути визначені для всіх огорожень некондиціонованого об'єму/приміщення оранжерейного типу, що межують з навколишнім або іншим середовищем. Розраховування теплового потоку від сонячного випромінювання має базуватися на еквівалентних площах інсоляції відповідних елементів будівлі (огорожень) та на поправках щодо затінення сонця зовнішніми перешкодами, як визначено у розділі 11.

8.2.2.3.8 У випадку некондиціонованого об'єму/приміщення оранжерейного типу, суміжного з більше ніж однією кондиціонованою зоною, що мають різні внутрішні задані умови, значення поправкового коефіцієнта b_U необхідно розрахувати для кожної зони.

Примітка. Сонячні та внутрішні теплонадходження, що потрапили до некондиціонованого об'єму/приміщення оранжерейного типу, не враховують під час розраховування енергетичного балансу суміжної розрахункової (кондиціонованої) зони, оскільки вони вже взяті до уваги у значенні поправкового коефіцієнта b_U через температуру θ_u .

8.2.2.3.9 Якщо збирання повних потрібних вхідних даних є занадто трудомістким та економічно недоцільним, а також для наявних будівель допустимо використовувати значення поправкового коефіцієнта b_U , наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 — Значення поправкового коефіцієнта b_U

Тип некондиціонованого об'єму	b_U для опалювального періоду	b_U для періоду охолодження
Технічне підпілля	0,3	0,3
Технічне (тепле) горище	0,7	0
Холодне горище багатопверхових будівель	0,9	0
Холодне горище односімейних будівель	1,0	0
Неопалювана сходові клітка всередині будівлі	0,4	0
Неопалюване приміщення з трьома зовнішніми стінами (наприклад, зовнішні сходи)	0,8	0
Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами та дверима (наприклад, тамбур, хол, гараж)	0,6	0
Неопалюване приміщення з двома зовнішніми стінами без дверей	0,5	0
Неопалюване приміщення з однією зовнішньою стіною	0,4	0
Засклена лоджія для нового проектування	0,5	1,0*
Засклений балкон для нового проектування	0,6	1,0*
Засклена лоджія наявних будівель — задовільний стан огороження; — незадовільний стан огороження	0,7 0,85	1,0* 1,0*
Засклений балкон наявних будівель — задовільний стан огороження; — незадовільний стан огороження	0,8 0,9	1,0* 1,0*
* За відкритих ступок.		

8.2.2.4 Теплопередача до суміжних будівель

8.2.2.4.1 Теплопередачу до суміжних будівель не враховують під час розраховування згідно з цим стандартом за умови, якщо різниця між внутрішньою заданою температурою суміжних будівель відрізняється не більше ніж на 4 К включно.

8.2.2.4.2 У випадку, якщо різниця між внутрішньою заданою температурою суміжних будівель відрізняється більше ніж на 4 К теплопередачі трансмісією, враховують поправковим коефіцієнтом $b_{tr,x} = b_A$, що базується на температурі суміжної будівлі та коригує узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією.

8.2.2.4.3 Узагальнений коефіцієнт теплопередачі, що враховує теплопередачу трансмісією між суміжними будівлями, розраховують за формулою:

$$H_A = H_{iA} \cdot b_A, \quad (19)$$

де H_{iA} — безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією між кондиціонованим об'ємом/зоною та суміжною будівлею, Вт/К, визначають згідно з формулою (12) з поправковим коефіцієнтом $b_{tr,x} = 1$.

8.2.2.4.4 Поправковий коефіцієнт b_A розраховують для кожного місяця за формулою:

$$b_A = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e}, \quad (20)$$

де θ_i — розрахункова (задана) температура кондиціонованого об'єму/зони, °C;

θ_a — температура внутрішнього повітря суміжної будівлі, °C;

θ_e — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °C, визначена згідно з додатком А.

8.2.2.5 Приведений коефіцієнт теплопередачі

8.2.2.5.1 Приведений коефіцієнт теплопередачі i -го елемента оболонки будівлі для світлопрозорих конструкцій та дверей визначають за формулою:

$$U_i = U_x, \quad (21)$$

де U_x — значення коефіцієнта теплопередачі світлопрозорих конструкцій (вікон) — U_W , U_{WS} чи дверей — U_D , Вт/(м²·К), що визначають згідно з ДСТУ Б EN ISO 10077-1.

8.2.2.5.2 Приведений коефіцієнт теплопередачі i -го елемента оболонки будівлі для непрозорих конструкцій розраховують за формулою:

$$U_i = 1/R_{\Sigma, пр}, \quad (22)$$

де $R_{\Sigma, пр}$ — приведений опір теплопередачі, що визначають згідно з формулою (1) ДСТУ 9191, м²·К/Вт, з урахуванням положень ДБН В.2.6-31 [2].

8.2.2.5.3 Визначення лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі необхідно здійснювати на підставі розраховувань двовірних та тримірних температурних полів відповідно. Методику розраховувань встановлено в ДСТУ ISO 10211-1 та ДСТУ ISO 10211-2.

8.2.2.5.4 Лінійні коефіцієнти та точкові коефіцієнти теплопередачі поширених теплопровідних включень наведені в чинному нормативному документі.

8.2.2.5.5 У випадку, якщо теплопровідне включення розташоване на межі двох теплових зон, то до кожної зони належить половина значення лінійного коефіцієнта теплопередачі цього теплопровідного включення.

8.2.2.5.6 Для будівель, за відсутності інформації чи її недостатній кількості щодо теплопровідних включень у конструкції, необхідно використовувати коригувальну поправку до коефіцієнта теплопередачі для врахування впливу теплопровідних включень, і коефіцієнт теплопередачі розраховувати за формулою:

$$U_i = U_{i, corr} = U_{op} + \Delta U_{tb}, \quad (23)$$

де U_{op} — коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини конструкції Вт/(м²·К), по основному полю, що розраховують за формулою:

$$U_{op} = 1/R_{\Sigma}, \quad (24)$$

де R_{Σ} — опір теплопередачі, що визначають згідно з ДСТУ 9191, м²·К/Вт.

ΔU_{tb} — додаткова складова до коефіцієнта теплопередачі непрозорих конструкцій U_{op} , що враховує вплив теплопровідних включень, Вт/(м²·К), розрахункові значення якої наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 — Значення додаткової складової до коефіцієнта теплопередачі, які враховують вплив теплопровідних включень

Середнє значення коефіцієнта теплопередачі непрозорих частин конструкцій, Вт/(м²·К)	ΔU_{tb} , Вт/(м²·К)
$U_{op} \geq 0,8$	0,0
$0,4 \leq U_{op} < 0,8$	0,05
$U_{op} < 0,4$	0,10

Примітка. Інші значення ΔU_{tb} відповідно до функційного призначення будівлі наведені в таблиці В.1 ДСТУ EN 12831-1.

8.2.2.6 Особливі елементи

У разі наявності особливих елементів, таких як вентилязовані пасивні сонячні стіни (наприклад, стіни «Тромба») та інші вентилязовані елементи теплоізоляційної оболонки, розраховувати теплопередачі трансмісією потрібно згідно з додатком Е ДСТУ Б EN ISO 13790.

9 ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ВЕНТИЛЯЦІЄЮ

9.1 Сумарна теплопередача вентиляцією через зону будівлі

Сумарну теплопередачу вентиляцією Q_{ve} , Вт·год, розраховують для кожного місяця та для кожної з-ої зони за формулами:

— для опалення:

$$Q_{ve,H} = H_{ve,adj,H}(\theta_{int,set,H} - \theta_e)t; \quad (25)$$

— для охолодження:

$$Q_{ve,C} = H_{ve,adj,C}(\theta_{int,set,C} - \theta_e)t + Q_{ve,extra}; \quad (26)$$

- де $H_{ve,adj,H}$, $H_{ve,adj,C}$ — загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією для опалення та для охолодження відповідно, Вт/К, визначений згідно з 9.2;
- $Q_{ve,extra}$ — теплопередача вентиляцією за рахунок нічного охолодження, Вт·год, визначена згідно з 9.3;
- $\theta_{int,set,H}$, $\theta_{int,set,C}$ — задана температура зони будівлі для опалення та для охолодження відповідно, °С, визначена згідно з розділом 13;
- θ_e — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А;
- t — тривалість місяця, для якого проводять розрахунок, год, визначена згідно з додатком А.

9.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі вентиляцією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією $H_{ve,adj}$, Вт/К, розраховують за формулами:

— для опалення:

$$H_{ve,adj,H} = \rho_a c_a (q_{ve,mn,H} b_{ve,H} + q_{inf,mn,H}). \quad (27)$$

— для охолодження:

$$H_{ve,adj,C} = \rho_a c_a (q_{ve,mn,C} b_{ve,C} + q_{inf,mn,C}), \quad (28)$$

- де $\rho_a c_a$ — теплоємність одиниці об'єму повітря, дорівнює 0,336 Вт·год/(м·К);
- $q_{ve,mn,H}$, $q_{ve,mn,C}$ — усереднена за часом витрата повітря для вентиляції для опалення та для охолодження відповідно, м³/год, визначена згідно з 9.2.1;
- $q_{inf,mn,H}$, $q_{inf,mn,C}$ — усереднена за часом витрата повітря для інфільтрації для опалення та для охолодження відповідно, м³/год, визначена згідно з 9.2.3;
- $b_{ve,H}$, $b_{ve,C}$ — температурний поправковий коефіцієнт, що коригує коефіцієнт теплопередачі вентиляцією замість різниці температур у випадках, коли температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього середовища (а саме за наявності утилізування теплоти), значення необхідно визначати згідно з 9.2.4.

Примітка 1. У випадку наявності попереднього підігрівання чи охолодження вентиляційного повітря температура припливного повітря також не дорівнює температурі зовнішнього середовища, але це враховано зменшенням енергопотреб на опалення та охолодження на відповідні величини енергопотреб на попередній підігрів чи охолодження у формулах (3) та (5) відповідно.

Примітка 2. У випадку однозонного розраховування, коли в зоні наявні приміщення (підзони), що відрізняються (чи будуть відрізнятися після впровадження інвестиційних проектів, для яких проводять розраховування енергоспоживання) за:

- вентиляційною характеристикою, м³/(м²·с);
- функційним призначенням;
- типом системи вентиляції (природна, механічна);
- періодом використання системи вентиляції (год/добу);
- значенням коефіцієнта рекуперації;
- наявністю попереднього підігрівання чи охолодження,

то $H_{ve,adj}$ допустимо розраховувати для кожної такої «вентиляційної підзони». $H_{ve,adj}$ у такому разі буде дорівнювати сумі коефіцієнтів теплопередачі кожної вентиляційної підзони $H_{ve,adj} = \sum_y H_{ve,adj,y}$.

9.2.1 Усереднена за часом витрата повітря для вентиляції

Усереднену за часом витрату повітря $q_{ve,mn}$, м³/год, розраховують для кожної зони (чи вентиляційної підзони за умов п. 9.2) та для кожного періоду:

— для опалення:

$$q_{ve,mn,H} = q_{ve,H} t_{ve,H} / 168; \quad (29)$$

— для охолодження:

$$q_{ve,mn,C} = q_{ve,C} t_{ve,C} / 168, \quad (30)$$

де $q_{ve,H}$, $q_{ve,C}$ — нормативна витрата вентиляційного повітря для опалення та для охолодження відповідно, м³/год, визначена згідно з 9.2.2;

$t_{ve,H}$, $t_{ve,C}$ — період використання нормативної витрати вентиляційного повітря для опалення та для охолодження відповідно, год/тиждень. Визначають згідно з проєктними даними. За відсутності точних даних та для цілей енергетичної сертифікації приймають за графіком опалення/охолодження згідно з таблицею 16.

9.2.2 Нормативна витрата повітря

Нормативну витрату повітря для зони (чи підзони) приймають згідно з проєктними даними. За відсутності точних даних та для цілей енергетичної сертифікації нормативну витрату повітря для обох режимів (опалення та охолодження) потрібно розраховувати згідно з додатком Х ДБН В.2.5-67 [3], використовуючи загальну мінімальну витрату зовнішнього повітря Q_{tot} , що визначають для оптимальних умов мікроклімату.

Примітка. У випадку природної вентиляції в зоні (підзоні), якщо $q_{ve} < n_{inf} V_{ve} v_v$, то нормативну витрату повітря потрібно приймати рівною витраті для інфільтрації — $q_{ve} = n_{inf} V_{ve} v_v$, для відповідного періоду (опалення чи охолодження), де $n_{inf} V_{ve}$ та v_v приймають відповідно до 9.2.3.

9.2.3 Усереднена за часом витрата повітря за рахунок інфільтрації

Усереднену за часом витрату повітря за рахунок інфільтрації, м³/год, розраховують для кожної зони (чи вентиляційної підзони) та для кожного періоду:

— для опалення:

$$q_{inf,mn,H} = n_{inf,H} V_{ve} v_v t_{inf,H} / 168; \quad (31)$$

— для охолодження:

$$q_{inf,mn,C} = n_{inf,C} V_{ve} v_v t_{inf,C} / 168, \quad (32)$$

де $n_{inf,H}$, $n_{inf,C}$ — кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год⁻¹, визначена згідно з 9.2.3.1;

V_{ve} — об'єм зони (чи вентиляційної підзони), призначений для вентиляції. Для однозонного розраховування та якщо весь об'єм будівлі призначений для вентиляції, то дорівнює кондиціонованому об'єму будівлі, визначеному згідно з 3.6;

v_v — коефіцієнт зниження об'єму повітря в будівлі, яким враховують наявність внутрішніх огорожувальних конструкцій, за відсутності точних даних приймають 0,85;

$t_{inf,H}$, $t_{inf,C}$ — період використання витрати повітря для інфільтрації для періодів опалення та для охолодження відповідно, год. Для різних типів вентиляції потрібно приймати такі значення:

$(168 - t_{ve})$ — за природної вентиляції;

168 — за механічної витяжної вентиляції та механічної припливно-витяжної збалансованої вентиляції;

$(168 - t_{ve})$ — за механічної вентиляції з підпором повітря,

де t_{ve} — визначений згідно з 9.2.1 для відповідного періоду (опалення чи охолодження).

9.2.3.1 Кратність повітрообміну за рахунок інфільтрації, год⁻¹, розраховують загалом для будівлі за формулами:

— для опалення:

$$n_{inf,H} = \frac{\sum q_{inf,m,H}}{V_{ve} v_v}; \quad (33)$$

— для охолодження:

$$n_{inf,C} = \frac{\sum q_{inf,m,C}}{V_{ve} v_v}, \quad (34)$$

де m — представляє кожну сторону світу, на яку орієнтовано фасад — Пн, ПнС, С, ПдС, Пд, ПдЗ, З, ПнЗ;

$q_{inf,m,H}$, $q_{inf,m,C}$ — приведені витрати повітря через оболонку будівлі, що орієнтована на m -ну сторону світу для опалення та для охолодження відповідно, м³/год, визначені згідно з 9.2.3.2;

9.2.3.2 Приведені витрати повітря через оболонку будівлі, $q_{inf,m,H}$, $q_{inf,m,C}$, м³/год, визначають пере-рахунком повітропроникності будівлі під час перепаду тиску $\Delta P = 100$ Па на фактичний перепад тиску зовні та всередині будівлі для кожної частини оболонки будівлі, орієнтованої на відповідну сторону світу, залежно від гравітаційної та вітрової складової перепаду тиску за сторонами світу:

— для опалення:

$$q_{inf,m,H} = Q_{100,s,m} \left(\frac{a_{inf,se} (\Delta P_{gr,m,H} + F_{e,seas,m,H} \Delta P_{wd,m,H})}{100} \right)^{\frac{2}{3}}; \quad (35)$$

— для охолодження:

$$q_{inf,m,C} = Q_{100,s,m} \left(\frac{a_{inf,se} (\Delta P_{gr,m,C} + F_{e,seas,m,C} \Delta P_{wd,m,C})}{100} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (36)$$

де $Q_{100,s,m}$ — повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі, орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску зовні та всередині будівлі 100 Па, м³/год, визначена згідно з 9.2.3.5;

$\Delta P_{gr,m,H}$, $\Delta P_{gr,m,C}$ — перепад гравітаційного тиску зовні та всередині будівлі для опалення та для охолодження відповідно, Па, визначений згідно з 9.2.3.3;

$\Delta P_{wd,m,H}$, $\Delta P_{wd,m,C}$ — перепад вітрового тиску зовні та всередині будівлі для опалення та для охолодження відповідно, Па, визначений згідно з 9.2.3.4;

$F_{e,seas,m,H}$, $F_{e,seas,m,C}$ — повторюваність напрямку вітру за січень (для опалення)/липень (для охолодження) відповідно за сторонами світу, приймають згідно з таблицями 5 та 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

$a_{inf,se}$ — надбавковий коефіцієнт, що враховує витрату повітря через глухі стінові конструкції оболонки будівлі. Для різного типу та стану стінових конструкцій потрібно приймати такі значення:

— неутеплені, залізобетонні панелі або кладка з крупноблокових елементів з міжпанельними стиками в незадовільному стані — 1,3;

— неутеплені, кладка з дрібноштучних виробів у незадовільному стані — 1,2;

— утеплені мінераловатними матеріалами в задовільному стані — 1,1;

— утеплені органічними матеріалами в задовільному стані — 1,05.

Примітка. У разі, якщо вираз $(\Delta P_{gr,m,H} + F_{e,seas,m,H} \Delta P_{wd,m,H})$ має від'ємне значення, то приймають його модуль (додатне значення).

9.2.3.3 Перепад гравітаційного тиску усереднено приймають у точці геометричного центра фасаду (зважаючи на його нерівномірність за висотою), Па, та визначають за формулами:

— для опалення:

$$\Delta P_{gr,m,H} = 0,5 Z_{se,m} (\gamma_{e,seas,H} - \gamma_{int,set,H}); \quad (37)$$

— для охолодження:

$$\Delta P_{gr,m,C} = 0,5 Z_{se,m} (\gamma_{e,seas,C} - \gamma_{int,set,C}), \quad (38)$$

де $Z_{se,m}$ — висота будівлі від нижнього рівня опалюваного об'єму (чи ґрунту за наявності опалюваного цокольною поверху) до верхнього рівня опалюваного об'єму, м;

$\gamma_{e,seas,H}$, $\gamma_{int,set,H}$ — питома вага відповідно зовнішнього і внутрішнього повітря для періоду опалення, Н/м³, яку розраховують за формулами:

$$\gamma_{e,seas,H} = \frac{3463}{273 + \theta_{e,seas,H}}; \quad (39)$$

$$\gamma_{int,set,H} = \frac{3463}{273 + \theta_{int,set,H}}; \quad (40)$$

$\theta_{e,seas,C}$, $\theta_{int,set,C}$ — питома вага відповідно зовнішнього і внутрішнього повітря для періоду охолодження, Н/м³, яку розраховують за формулами:

$$\gamma_{e,seas,C} = \frac{3463}{273 + \theta_{e,seas,C}}; \quad (41)$$

$$\gamma_{int,set,C} = \frac{3463}{273 + \theta_{int,set,C}}; \quad (42)$$

$\theta_{e,seas,H}$ — середню температуру зовнішнього повітря за період із середньодобовою температурою повітря ≤ 8 °С (або ≤ 10 °С для будівель закладів освіти, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я), °С, приймають згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27;

$\theta_{e,seas,C}$ — середню температуру зовнішнього повітря за період із середньодобовою температурою повітря ≥ 21 °С приймають згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.1.1-27 (за відсутності значень у таблиці — приймають 21 °С).

9.2.3.4 Перепад вітрового тиску розраховують для середньої швидкості вітру за січень (для опалення)/липень (для охолодження) за відповідною стороною світу, Па, та визначають за формулами:

— для опалення:

$$\Delta P_{wd,m,H} = 0,03 \gamma_{e,seas,H} \beta_{v,m} v_{e,seas,m,H}^2; \quad (43)$$

— для охолодження:

$$\Delta P_{wd,m,C} = 0,03 \gamma_{e,seas,C} \beta_{v,m} v_{e,seas,m,C}^2; \quad (44)$$

де $v_{e,seas,m,H}$, $v_{e,seas,m,C}$ — середню швидкість вітру за січень (для опалення)/липень (для охолодження) відповідно за сторонами світу, приймають згідно з таблицями 5 та 6 ДСТУ-Н Б В.1.1-27;

$\beta_{v,m}$ — коефіцієнт, що враховує зміну швидкості повітря за висотою будівлі, який приймають згідно з таблицею 2 ДСТУ-Н Б В.2.6-191 залежно від характеристики місцевості (згідно з таблицею Б.3).

Примітка. Для кожного розрахункового напрямку вітру характеристику місцевості, що оточує будівлю, та відповідно коефіцієнт $\beta_{v,m}$ можна визначати окремо.

9.2.3.5 Повітропроникність через отвори (віконні, дверні) в стінових конструкціях будівлі; орієнтованих на відповідну сторону світу під час перепаду тиску зовні та всередині будівлі 100 Па, м³/год, визначають за формулою:

$$Q_{100,s,m} = \sum Q_{100} A_{i,m}; \quad (45)$$

де $A_{i,m}$ — площа i -го елемента оболонки (віконні, дверні конструкції), орієнтованого на m -ну сторону світу;
 Q_{100} — показник повітропроникності для відповідного типу конструкції, м³/(м²·год), що приймають відповідно до паспорта на конструкцію чи за відсутності даних вибирають відповідно до таблиці 5.

Таблиця 5 — Класи повітропроникності конструкцій згідно з ДСТУ EN 14351-1

№	Характеристика герметичності конструкції	Показник повітропроникності за $\Delta P = 100$ Па, Q_{100} , м ³ /(м ² ·год)
1	продувна	50
2	не герметична	27
3	слабо герметична	9
4	герметична	3

9.2.4 Температурний поправковий коефіцієнт

За наявності діючої теплоутилізаційної установки в системі вентиляції, що обслуговує певну зону (чи вентиляційну підзону), температура припливного повітря не дорівнює температурі зовнішнього повітря. Відповідний вплив теплоутилізаційної установки на використання теплових надходжень та зменшення витрат на опалення чи охолодження під час розрахунків енергопотреби враховують застосуванням температурного поправкового коефіцієнта b_{ve} . Температурний поправковий коефіцієнт $b_{ve,k}$ для потоку повітря від теплоутилізаційної установки визначають за формулою:

— для опалення:

$$b_{ve,H} = (1 - f_{ve,frac,H}\eta_{ve}); \quad (46)$$

— для охолодження:

$$b_{ve,C} = (1 - f_{ve,frac,C}\eta_{ve}), \quad (47)$$

де $f_{ve,frac,H}$, $f_{ve,frac,C}$ — частка повітряного потоку, яка проходить через теплоутилізаційну установку, для опалення та для охолодження відповідно.

Примітка. $f_{ve,frac}$ може приймати різні значення для періодів опалення та охолодження (у діапазоні від 0 до 1 включно). Наприклад, якщо теплоутилізаційна установка вимкнена або увімкнений байпас для попередження загрози заморожуванню установки, $f_{ve,frac} = 0$.

η_{ve} — комбінована ефективність утилізування теплоти, визначена згідно з 9.2.4.1.

9.2.4.1 Комбіновану ефективність утилізування теплоти визначають за формулою:

$$\eta_{ve} = \eta_{hru,1} + \eta_{hru,2} - (\eta_{hru,1} \cdot \eta_{hru,2}), \quad (48)$$

де $\eta_{hru,1}$, $\eta_{hru,2}$ — ефективність утилізування першого та другого теплоутилізатора відповідно, визначають за результатами розраховувань відповідно до стандартів щодо систем вентиляції, випробувань або на підставі паспортних даних. Для таких типів теплоутилізаційних установок допустимо приймати η_{hru} :

- компактний теплообмінник з циркуляційним контуром (рідини) — 0,40;
- розбірний пластинчастий теплообмінник — 0,50;
- теплоутилізатор з тепловим насосом — 0,60;
- пластинчастий теплообмінник з протитоком — 0,65;
- високоефективний паяний теплообмінник з циркуляційним контуром (рідини) — 0,70;
- роторний теплообмінник — 0,70.

Примітка 1. Якщо для утилізування теплоти використовують лише один теплоутилізатор, то $\eta_{hru,2} = 0$.

Примітка 2. Якщо відповідний стандарт щодо систем вентиляції, проектні дані, результати випробувань або інші джерела надають температуру припливного повітря θ_{sup} , °C, замість ефективності теплоутилізаційної установки, ефективність отримують з такого перетворення за формулою:

$$\eta_{hru} = \frac{\theta_{sup} - \theta_e}{\theta_{int,set} - \theta_e}, \quad (49)$$

де $\theta_{int,set}$ — задана температура зони будівлі відповідно для опалення та для охолодження відповідно, °C, визначена згідно з розділом 13;

θ_e — середньомісячна температура зовнішнього середовища, °C, визначена згідно з додатком А.

Примітка 3. Для зменшення трудомісткості розрахунків θ_e допустимо приймати для репрезентативного місяця відповідного періоду, для опалення — січня, для охолодження — липня.

9.3 Нічне охолодження

9.3.1 Теплопередачу вентиляцією за рахунок нічного охолодження, Вт·год, розраховують для кожної зони, яка має житлове функційне призначення, та для кожного місяця, який є частиною періоду охолодження, за формулою:

$$Q_{ve,extra} = N \sum_{j=1}^{24} f_{ve,extra,j} H_{ve,extra} (\theta_{int,set,C} - \theta_{e,j}), \quad (50)$$

де $H_{ve,extra}$ — загальний коефіцієнт теплопередачі за рахунок нічного охолодження, Вт/К, визначений згідно з 9.3.2;

$f_{ve,extra,j}$ — частка роботи нічного охолодження для конкретної j -ої години доби репрезентативного дня місяця (якщо нічне охолодження є, то $f_{ve,extra,j} = 1$, якщо відсутнє — $f_{ve,extra,j} = 0$;

Примітка. Приймають, що додаткова витрата повітря на охолодження вентиляцією в нічний час — з 22 год до 8 год.

$\theta_{e,j}$ — температура зовнішнього середовища, °С, для конкретної j -ої години доби, визначена на підставі погодинних значень репрезентативного дня місяця згідно з додатком А;

N — тривалість розрахункового місяця, днів, визначена згідно з додатком А.

9.3.2 Загальний коефіцієнт теплопередачі за рахунок нічного охолодження, Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_{ve,extra} = 2 \cdot \rho_a c_a n_{inf,C} V_{ve,extra} v_v, \quad (51)$$

де $\rho_a c_a$ — те саме, що в 9.2;

$V_{ve,extra}$ — кондиціонований об'єм будівлі, в якому наявна додаткова витрата повітря на охолодження вентиляцією в нічний час.

Примітка. У разі якщо весь кондиціонований об'єм будівлі має житлове призначення, то $V_{ve,extra} = V_{ve}$. У випадках, коли кондиціонований об'єм розділено на вентиляційні підзони, частина з яких мають нежитлове функційне призначення, то кондиціонований об'єм будівлі, в якому наявна додаткова витрата повітря на охолодження вентиляцією в нічний час, визначають як суму об'ємів вентиляційних підзон житлового призначення $V_{ve,extra} = \sum_y V_{ve,y}$;

v_v — те саме, що в 9.2.3;

2 — коефіцієнт, що враховує відчинені вікна в нічний час.

9.4 Вентиляція з центральним попереднім підігріванням чи охолодженням

9.4.1 Енергопотребу для центрального попереднього підігрівання чи охолодження вентиляційного повітря $Q_{ve,pre-heat}$ або $Q_{ve,pre-cool}$, Вт·год, розраховують, використовуючи різницю температури зовнішнього та припливного повітря після центрального попереднього підігрівання чи охолодження, за формулами:

— для попереднього підігрівання:

$$Q_{ve,pre-heat} = N \sum_{j=1}^{24} [f_{ve,j} H_{ve,pre-heat} (\theta_{sup,pre-heat} - \theta_{e,j})]; \quad (52)$$

— для попереднього охолодження:

$$Q_{ve,pre-cool} = N \sum_{j=1}^{24} [f_{ve,j} H_{ve,pre-cool} (\theta_{e,j} - \theta_{sup,pre-cool})], \quad (53)$$

де $H_{ve,pre-heat}$, $H_{ve,pre-cool}$ — коефіцієнт теплопередачі вентиляцією з центральним попереднім підігріванням та з центральним попереднім охолодженням відповідно, Вт/К, визначений згідно з 9.4.2;

$f_{ve,j}$ — частка роботи для конкретної j -ої години доби репрезентативного дня місяця (якщо система працює, то $f_{ve,j} = 1$, якщо не працює — $f_{ve,j} = 0$;

$\theta_{e,j}$ — температура зовнішнього середовища, °С, для конкретної j -ої години доби, визначена на підставі погодинних значень репрезентативного дня місяця згідно з додатком А;

$\theta_{sup,pre-heat}$, $\theta_{sup,pre-cool}$ — температура припливного повітря повітряного потоку, °С, що надходить у зону (чи вентиляційну підзону) будівлі з вентиляцією після попереднього підігрівання та охолодження, дорівнює $\theta_{int,set,H}$ та $\theta_{int,set,C}$ відповідно, якщо температуру припливного повітря регулюють за внутрішньою температурою будівлі чи зони будівлі, якщо попереднє підігрівання (охолодження) здійснюють до температури нижчої (вищої) заданої температури зони будівлі — приймають фактичну температуру припливного повітря.

N — тривалість розрахункового місяця, днів, визначена згідно з додатком А.

Примітка 1. У разі якщо енергопотреба для центрального попереднього підігрівання чи охолодження вентиляційного повітря має від'ємний знак протягом певного періоду (години), то приймають, що протягом цього періоду (години) вона дорівнює 0.

Примітка 2. У разі наявності кількох вентиляційних підзон, що обслуговують різні системи попереднього підігрівання чи охолодження, які мають різні параметри:

— періодом використання (різні $f_{ve,j}$);

— режим регулювання температури припливного повітря (різні $\theta_{sup,pre-heat}$, $\theta_{sup,pre-cool}$), то енергопотребу для центрального попереднього підігрівання чи охолодження вентиляційного повітря розраховують окремо для кожної підзони, $Q_{ve,pre-heat}$ та $Q_{ve,pre-cool}$ у такому разі буде дорівнювати сумі енергопотреб кожної вентиляційної підзони $Q_{ve,pre-heat} = \sum_y Q_{ve,pre-heat,y}$ та $Q_{ve,pre-cool} = \sum_y Q_{ve,pre-cool,y}$ відповідно.

9.4.2 Значення коефіцієнта теплопередачі вентиляцією з центральним попереднім підігріванням та з центральним попереднім охолодженням відповідно Вт/К розраховують за формулами:

— для попереднього підігрівання:

$$H_{ve,pre-heat} = \rho_a c_a q_{ve,H} b_{ve,H}; \quad (54)$$

— для попереднього охолодження:

$$H_{ve,pre-cool} = \rho_a c_a q_{ve,C} b_{ve,C}; \quad (55)$$

де $\rho_a c_a$ — те саме, що в 9.2;
 $q_{ve,H}$, $q_{ve,C}$ — те саме, що в 9.2.1;
 $b_{ve,H}$, $b_{ve,C}$ — те саме, що в 9.2.3.

Примітка. У випадках, коли розраховування загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією $H_{ve,adj}$ виконано для вентиляційних підзон відповідно 9.2, то $H_{ve,pre-heat}$ та $H_{ve,pre-cool}$ розраховують аналогічно $H_{ve,adj}$ для кожної такої вентиляційної підзони. $H_{ve,pre-heat}$ та $H_{ve,pre-cool}$ у такому разі буде дорівнювати сумі коефіцієнтів теплопередачі кожної вентиляційної підзони, в яких наявне попереднє підігрівання чи охолодження $H_{ve,pre-heat} = \sum_y H_{ve,pre-heat,y}$ та $H_{ve,pre-cool} = \sum_y H_{ve,pre-cool,y}$ відповідно.

10 ВНУТРІШНІ ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ

10.1 Внутрішні теплонадходження, теплонадходження від внутрішніх теплових джерел, від'ємні теплонадходження (розсіяна теплота від внутрішнього середовища до холодних джерел або «стоки»), формують з будь-якої теплоти, що утворюється в кондиціонованому об'ємі внутрішніми джерелами, крім тієї, що навмисно використовують для опалення, охолодження або ГВП.

10.2 Внутрішні теплонадходження містять:

- метаболічну теплоту від людей та розсіяну теплоту від обладнання;
- теплоту, розсіяну від освітлювальних приладів;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами гарячої і водопровідної води та каналізації;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами опалення, охолодження та вентиляції;
- теплоту від або до процесів та продукції.

Методика цього стандарту враховує такі теплонадходження:

- внутрішній тепловий потік від людей $\Phi_{int,Oc}$;
- внутрішній тепловий потік від освітлення $\Phi_{int,L}$;
- внутрішній тепловий потік від обладнання $\Phi_{int,A}$.

10.3 Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядають, Q_{int} , Вт·год, розраховують для кожного місяця за формулою:

$$Q_{int} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m,noc}}{N_m} \left(\sum_k \Phi_{int,mn,k} A_{f,k} \right) t + Q_{W,dis,rbl,m}, \quad (56)$$

- де N — графік використання, залежно від призначення будівлі, може бути прийнятий згідно з таблицею 6, год/тиждень;
- N_m — кількість діб у відповідному місяці;
- $N_{m,noc}$ — кількість діб невикористання, залежно від призначення будівлі у відповідному місяці, може бути прийнято згідно з таблицею 7;
- $\Phi_{int,mn,k}$ — усереднена за часом щільність теплового потоку від k -го внутрішнього джерела залежно від призначення будівлі, що може бути прийнята згідно з таблицею 6 як сума метаболічної теплоти, освітлення та обладнання, Вт/м²;
- $A_{f,k}$ — кондиціонована площа k -ї зони будівлі, м²;
- t — тривалість місяця, для якого проводять розраховування, год, визначена згідно з додатком А;
- $Q_{W,dis,rbl,m}$ — утилізаційні регулярні тепловтрати, Вт·год, у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що містяться в опалюваних приміщеннях за відповідний місяць, визначають для кожного місяця відповідно до 16.2.1.10.3.

10.4 Згідно з методикою цього стандарту внутрішні теплонадходження від некондиціонованого об'єму/приміщення оранжерейного типу, суміжного до зони будівлі, що розглядають, не беруть до уваги, оскільки вони вже враховані у значенні поправкового коефіцієнта b_u через температуру θ_u (див. 8.2.2.3).

10.5 Типові дані щодо внутрішніх теплонадходжень наведені в таблиці 6. Тривалість періоду використання розраховують відповідно до графіка використання (год/тиждень), за винятком святкових днів, приймаючи внутрішні теплонадходження нульовими під час свят. Типовий графік використання наведено в таблиці 6, кількість святкових днів (період невикористання) протягом кожного місяця наведено в таблиці 7. Для детальних розрахунків необхідно приймати фактичний/проектний графік використання або використовувати дані згідно з ДСТУ EN 15232-1.

Таблиця 6 — Теплонадходження від людей, освітлення та обладнання, значення за замовчуванням

Призначення будівлі	Графік використання N , год/тиждень	Щільність теплового потоку, Вт/м ² , від		
		метаболическої теплоти, $\Phi_{\text{int, Oc}}$	освітлення, $\Phi_{\text{int, L}}$	обладнання, $\Phi_{\text{int, A}}$
Одноквартирні будинки	112	1,2	2,0	2,0
Багатоквартирні будинки, гуртожитки	112	1,8	2,0	2,0
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	50	4,0	7,0	6,0
Будівлі навчальних закладів	50	7,0	7,0	6,0
Будівлі дитячих дошкільних закладів	50	7,0	7,0	3,0
Будівлі закладів охорони здоров'я	168	2,7	7,0	6,0
Готелі	168	4,0	8,0	2,0
Ресторани	84	5,0	8,0	4,0
Спортивні заклади	84	5,0	8,0	1,0
Будівлі закладів гуртової та роздрібною торгівлі	84	7,0	12,0	2,0
Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	56	5,0	8,0	2,0
Інші види будівель	60	3,0	7,0	2,0

Таблиця 7 — Кількість святкових днів (період невикористання) $N_{т,пос}$, діб

Призначення будівлі	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Одноквартирні будинки												
Багатоквартирні будинки, гуртожитки												
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	2		1	1	3	2		1		1		1
Будівлі навчальних закладів	2		1	1	3	2	22	22		1		1
Будівлі дитячих дошкільних закладів	2		1	1	3	2	22	12		1		1
Будівлі закладів охорони здоров'я												
Готелі												
Ресторани												
Спортивні заклади	2											
Будівлі закладів гуртової та роздрібної торгівлі	1											
Інші види будівель	2		1	1	3	2		1		1		1

11 СОНЯЧНІ ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ

11.1 Методика розрахунку

Джерелом теплових надходжень від сонця є сонячна радіація, режим якої характерний у даній місцевості, та її визначають орієнтацією сприймальних поверхонь, постійним чи рухомих затіненням, пропусканням та поглинанням сонячної енергії й характеристиками теплопередачі сприймальних поверхонь. Величину, що містить характеристики та площу сприймальних поверхонь (включно з впливом затінення), називають еквівалентною площею інсоляції.

11.2 Загальні сонячні теплонадходження

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядають, для кожного місяця Q_{sol} , Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{\text{sol}} = \left(\sum_k \Phi_{\text{sol},mn,k} \right) t, \quad (57)$$

де $\Phi_{\text{sol},mn,k}$ — усереднений за часом тепловий потік від k -го джерела сонячного випромінювання, Вт, визначений згідно з 11.3;

t — тривалість місяця, що розглядають, год, приймають згідно з додатком А.

11.3 Елементи сонячних теплонадходжень

11.3.1 Загальні положення

Сонячні теплонадходження визначають, базуючись на еквівалентних площах інсоляції відповідних світлопрозорих та непрозорих елементів будівлі та на поправках до затінення сонця зовнішніми перешкодами. Також тут надано коригування для теплової радіації до атмосфери.

Примітка. Під час сертифікування наявних будівель враховують лише ті сонячні теплонадходження, що надходять через світлопрозорі елементи будівлі.

11.3.2 Сонячні теплонадходження через елементи будівлі

Сонячні теплонадходження через k -ий елемент будівлі $\Phi_{\text{sol},k}$, Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_{\text{sol},k} = F_{\text{sh},ob,k} A_{\text{sol},k} I_{\text{sol},k} - F_{r,k} \cdot \Phi_{r,k}, \quad (58)$$

де $F_{\text{sh},ob,k}$ — знижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції k -ої поверхні, визначений згідно з 11.4.2;

$A_{\text{sol},k}$ — еквівалентна площа інсоляції k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу у визначеній зоні чи об'ємі, м², визначена згідно з 11.3.3 (скління), 11.3.4 (непрозорі елементи), 11.3.5 (особливі елементи);

$I_{\text{sol},k}$ — сонячна радіація, значення середньомісячної дози сонячної радіації, осередненої для однієї години для сприймальної площі k -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу за середніх умов хмарності, Вт/м², для горизонтальних та вертикальних поверхонь різної орієнтації визначають згідно з А.4;

$F_{r,k}$ — коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом, який приймають: $F_r = 1$ — для незатіненого горизонтального даху, $F_r = 0,5$ — для незатіненої вертикальної стіни;

$\Phi_{r,k}$ — додатковий тепловий потік внаслідок теплового випромінювання в атмосферу від k -го елемента будівлі, Вт, визначений згідно з 11.5.

Примітка 1. Еквівалентна площа інсоляції $A_{\text{sol},k}$ дорівнює площі абсолютно чорного тіла, що отримує таке саме сонячне теплове надходження, як і поверхня, що розглядають.

Примітка 2. Додатковий тепловий потік унаслідок теплового випромінювання в атмосферу насправді не є сонячним тепловим надходженням, але врахований у сонячних теплонадходженнях для спрощення.

11.3.3 Еквівалентна площа інсоляції закслених елементів

11.3.3.1 Еквівалентну площу інсоляції заксленого елемента оболонки (наприклад, вікна) A_{sol} , м², розраховують за формулою:

$$A_{\text{sol}} = F_{\text{sh},gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{w,p}, \quad (59)$$

де $F_{\text{sh},gl}$ — знижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів, визначений згідно з 11.4.1. У разі відсутності засобів рухомого затінення $F_{\text{sh},gl} = 1$;

g_{gl} — загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента,

визначений згідно з формулою (60);

Примітка. Світлопрозора частина елемента може містити прозоре скління, але також (постійно розташовані) розсіювальні чи затінювальні шари.

F_F — частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції заскленого елемента, визначена згідно з 11.4.3;

$A_{w,p}$ — загальна площа проекції заскленого елемента (наприклад, площа вікна, вітражу або світлопрозорого фасаду тощо), m^2 .

11.3.3.2 Для засклених елементів оболонки з нерозсіювальним склінням коефіцієнт пропускання сонячної енергії для випромінювання, перпендикулярного до скління g_n необхідно розраховувати з урахуванням оптичних властивостей багатошарового скління або приймати згідно з даними таблиці 8.

Через те, що осереднений за часом загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії — це параметр, значення якого дещо нижче за g_n , то для його обчислення використовують поправковий коефіцієнт F_w , як наведено у формулі:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n, \quad (60)$$

де F_w — поправковий коефіцієнт для нерозсіювального скління, приймають $F_w = 0,90$.

Таблиця 8 — Типові значення коефіцієнта загального пропускання сонячної енергії за нормального кута падіння для поширених типів скління

Тип скління	g_n
Одинарне скління	0,85
Подвійне скління	0,75
Подвійне скління із селективним низькоемісійним покриттям	0,67
Потрійне скління	0,70
Потрійне скління з одним селективним низькоемісійним покриттям	0,58
Потрійне скління з двома селективними низькоемісійними покриттями	0,50
Подвійне скління з органічного скла для зенітних ліхтарів	0,90
Потрійне скління з органічного скла для зенітних ліхтарів	0,83

11.3.3.3 У випадку наявності постійно закритої завіси (наприклад, нерухомої) всередині чи ззовні приміщення зменшується загальне пропускання сонячного випромінювання. У цьому разі, щоб визначити загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління з постійною завісою, загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління g_{gl} необхідно помножити на знижувальний коефіцієнт. Приклади знижувальних коефіцієнтів, залежно від типу постійної завіси, наведені в таблиці 9.

Примітка. У цьому разі в контексті «постійно» зазвичай означає «діє у денний час».

Таблиця 9 — Знижувальні коефіцієнти для деяких типів постійних завіс

Тип завіси	Оптичні властивості завіси		Знижувальний коефіцієнт із	
	поглинання	пропускання	завісами всередині	завісами ззовні
Білі венеціанські жалюзі	0,1	0,05	0,25	0,1
		0,1	0,3	0,15
		0,3	0,45	0,35
Білі завіси	0,1	0,5	0,65	0,55
		0,7	0,8	0,75
		0,9	0,95	0,95

Кінець таблиці 9

Тип завіси	Оптичні властивості завіси		Знижувальний коефіцієнт із	
	поглинання	пропускання	завісами всередині	завісами ззовні
Кольорові текстильні	0,3	0,1	0,42	0,17
		0,3	0,57	0,37
		0,5	0,77	0,57
Текстильні з алюмінієвим покриттям	0,2	0,05	0,20	0,08

11.3.4 Еквівалентна площа інсоляції непрозорих елементів будівліЕквівалентну площу інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі A_{sol} , m^2 , розраховують за формулою:

$$A_{sol} = \alpha_{S,c} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c, \quad (61)$$

де $\alpha_{S,c}$ — безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною, приймають згідно з даними таблиці 10;

R_{se} — тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, $m^2 \cdot K / Bt$, приймають $0,043 m^2 \cdot K / Bt$;

U_c — коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, $Bt / (m^2 \cdot K)$; для фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком, вентиляльованих покриттів та горищних перекриттів значення U_c необхідно помножити на коефіцієнт 0,04;

A_c — площа непрозорої частини, m^2 .

Таблиця 10 — Коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції

Матеріал зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції	Коефіцієнт поглинання сонячної радіації, $\alpha_{S,c}$	Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньої поверхнею, ε
Алюміній	0,1	0,06
Азбестоцементний лист	0,65	0,96
Асфальтобетон	0,9	0,93
Бетон	0,7	0,62
Дерево нефарбоване	0,6	0,8
Захисний шар рулонної покрівлі зі світлого гравію	0,65	0,95
Цегла керамічна	0,7	0,93
Цегла силікатна	0,6	0,9
Облицювання природним каменем білим	0,45	0,42
Пофарбування силікатне темно-сіре	0,7	0,81
Пофарбування вапняне біле	0,3	0,90
Плитка облицювальна керамічна	0,8	0,93
Плитка облицювальна скляна	0,6	0,94
Плитка облицювальна біла або палева	0,45	0,93
Руберойд з піщаною засипкою	0,9	0,9
Сніговий покрив	0,2	0,89
Сталь листова, пофарбована білою фарбою	0,45	0,9
Сталь листова, пофарбована темно-червоною фарбою	0,8	0,9

Кінець таблиці 10

Матеріал зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції	Коефіцієнт поглинання сонячної радіації, $\alpha_{S,c}$	Коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею, ε
Сталь листова, пофарбована зеленою фарбою	0,6	0,9
Сталь покрівельна оцинкована	0,65	0,28
Скло облицювальне	0,7	0,94
Штукатурка вапняна темно-сіра або теракотова	0,7	0,93
Штукатурка цементна світло-блакитна	0,3	0,93
Штукатурка цементна темно-зелена	0,6	0,93
Штукатурка цементна кремова	0,4	0,93

11.3.5 Особливі елементи

11.3.5.1 Сонячні теплонадходження до некондиціонованого об'єму базуються на тепловому потоці $F_{sol,mn,u,l}$, що враховує еквівалентну площу інсоляції світло-прозорих елементів огорожень некондиціонованого об'єму. Розраховування має базуватися на методиці розділу 11, а результувальний тепловий потік використовують у 8.2.2.3 для розраховування поправкового коефіцієнта b_U до теплопередачі трансмісії.

11.3.5.2 Сонячні теплонадходження до приміщення оранжерейного типу для опалювального періоду враховують, як для некондиціонованого об'єму у 8.2.2.3 під час розраховування поправкового коефіцієнта b_U до теплопередачі трансмісії. Для періоду охолодження приміщення оранжерейного типу не беруть до уваги і сонячні теплонадходження до розрахункової зони й визначають згідно з методикою розділу 11. При цьому не враховують зменшення загального коефіцієнта пропускання сонячної енергії за рахунок огорожень приміщення оранжерейного типу, крім засобів рухомого затінення або постійних завіс, що використовують протягом періоду охолодження.

11.3.5.3 У разі наявності особливих елементів, таких як непрозорі елементи в комбінованих світло-прозорих фасадах, вентилязовані сонячні стіни (стіни Тромба) тощо розраховування сонячних теплових надходжень необхідно проводити згідно з додатком Е ДСТУ Б EN ISO 13790.

11.4 Елементи затінення

11.4.1 Засоби рухомого затінення

11.4.1.1 Знижувальний коефіцієнт затінення для засобів рухомого затінення $F_{sh,gl}$ розраховують за формулою:

$$F_{sh,gl} = \frac{[(1 - f_{sh,with})g_{gl} + f_{sh,with}g_{gl+sh}]}{g_{gl}}, \quad (62)$$

де g_{gl} — загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за відсутності сонячного затінення, визначений згідно з формулою (60);

g_{gl+sh} — загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення визначають множенням g_{gl} на знижувальний коефіцієнт, що залежить від типу рухомого затінення;

$f_{sh,with}$ — зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовують, наприклад, як функцію інтенсивності падаючого сонячного випромінювання (яка залежить від клімату, сезону та орієнтації). Зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовують $f_{sh,with}$, визначають на основі проектних вхідних даних та погодинних моделей або згідно з фактичним станом. За відсутності конкретних даних необхідно використовувати дані таблиці 11.

11.4.1.2 У випадку переривчастого опалення чи охолодження, коли, згідно з 13.3, вплив переривчастості враховують у знижувальному коефіцієнті енергопотреб на опалення чи охолодження, вагову частку потрібно розраховувати за умови постійного режиму опалення чи охолодження, нехтуючи днями із заданим черговим опаленням чи охолодженням та днями з їх відімкненням.

Таблиця 11 — Коефіцієнт використання рухомого затінення

Кліматичний район України*	Місяць	Коефіцієнт затінення $f_{sh,with}$ для відповідного напрямку							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
I	Червень	0,09	0,00	0,02	0,09	0,27	0,46	0,48	0,36
	Липень	0,08	0,00	0,07	0,18	0,37	0,50	0,49	0,37
	Серпень	0,04	0,00	0,08	0,23	0,36	0,55	0,52	0,35
II	Травень	0,06	0,00	0,00	0,01	0,15	0,37	0,42	0,28
	Червень	0,09	0,00	0,02	0,09	0,27	0,48	0,50	0,38
	Липень	0,08	0,04	0,16	0,27	0,42	0,51	0,51	0,39
	Серпень	0,04	0,00	0,09	0,23	0,45	0,58	0,54	0,37
	Вересень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,35	0,45	0,30
IIIA	Червень	0,02	0,00	0,00	0,03	0,21	0,44	0,44	0,31
	Липень	0,05	0,03	0,02	0,08	0,23	0,40	0,40	0,29
	Серпень	0,03	0,00	0,00	0,05	0,24	0,44	0,45	0,29
IIIB	Травень	0,00	0,00	0,00	0,01	0,14	0,29	0,30	0,16
	Червень	0,07	0,00	0,02	0,08	0,24	0,42	0,44	0,33
	Липень	0,06	0,03	0,13	0,23	0,35	0,44	0,44	0,32
	Серпень	0,03	0,00	0,08	0,21	0,40	0,52	0,48	0,31
IV, V	Травень	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,23	0,27	0,19
	Червень	0,10	0,00	0,07	0,16	0,33	0,49	0,52	0,42
	Липень	0,09	0,17	0,21	0,28	0,32	0,40	0,42	0,31
	Серпень	0,03	0,03	0,14	0,25	0,38	0,44	0,41	0,20
	Вересень	0,00	0,00	0,02	0,15	0,37	0,52	0,47	0,24

* Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

Примітка. Для інших місяців, що не увійшли до таблиці, $f_{sh,with} = 0$.**11.4.2 Знижувальні коефіцієнти зовнішнього затінення**

11.4.2.1 Знижувальний коефіцієнт зовнішнього затінення $F_{sh,O}$, який перебуває в межах від 0 до 1, зображає зниження кількості падаючого сонячного випромінювання через постійне затінення поверхні, що розглядають, спричинене:

- іншими будівлями;
- топографією (пагорбами, деревами тощо);
- звисами;
- іншими елементами самої будівлі;
- зовнішніми частинами стіни, куди встановлений засклений елемент.

11.4.2.2 У загальному випадку знижувальний коефіцієнт затінення $F_{sh,O}$ визначають за формулою:

$$F_{sh,O} = \frac{I_{sol,ps,mean}}{I_{sol,mean}}, \quad (63)$$

де $I_{sol,ps,mean}$ — середньомісячна доза сонячної радіації поверхні, що розглядають, затінена зовнішнім(и) об'єктом(-ами), Вт/м²;

$I_{sol,mean}$ — середньомісячна доза сонячної радіації поверхні, що розглядають, за відсутності затінення, Вт/м².

11.4.2.3 За відсутності фактичних даних знижувальний коефіцієнт затінення $F_{sh,O}$ необхідно розраховувати за формулою:

$$F_{sh} = F_{hor} F_{ov} F_{fin}, \quad (64)$$

де F_{hor} — частковий поправковий коефіцієнт затінення горизонту визначають згідно з даними таблиці 12;
 F_{ov} — частковий поправковий коефіцієнт затінення для звисів визначають згідно з даними таблиці 13;
 F_{fin} — частковий поправковий коефіцієнт затінення для ребер визначають згідно з даними таблиць 14-1 та 14-2. Якщо ребра містяться з двох боків від вікна, то відповідні значення з таблиць перемножують.

Таблиця 12 — Частковий поправковий коефіцієнт затінення горизонту, F_{hor}

Кут затінення α	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Опалювальний період								
<i>I архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,98	0,94	0,94	0,96	0,95	0,95	0,99
20°	0,98	0,95	0,86	0,80	0,77	0,81	0,86	0,95
30°	0,95	0,91	0,77	0,63	0,56	0,62	0,77	0,91
40°	0,91	0,86	0,70	0,52	0,41	0,51	0,69	0,86
50°	0,86	0,80	0,63	0,44	0,35	0,44	0,61	0,80
60°	0,80	0,74	0,56	0,39	0,32	0,38	0,55	0,74
<i>II архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,98	0,96	0,95	0,99	0,96	0,95	0,99
20°	0,98	0,95	0,87	0,82	0,83	0,82	0,85	0,95
30°	0,95	0,90	0,78	0,65	0,56	0,65	0,76	0,91
40°	0,91	0,85	0,70	0,52	0,39	0,53	0,68	0,86
50°	0,87	0,80	0,63	0,44	0,33	0,44	0,61	0,80
60°	0,82	0,73	0,56	0,38	0,30	0,37	0,54	0,74
<i>IIIа архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,98	0,95	0,95	1,00	0,95	0,94	0,98
20°	0,97	0,95	0,87	0,83	0,85	0,82	0,85	0,95
30°	0,94	0,90	0,78	0,66	0,60	0,65	0,76	0,90
40°	0,91	0,85	0,71	0,55	0,45	0,54	0,68	0,85
50°	0,86	0,8	0,63	0,46	0,36	0,45	0,60	0,80
60°	0,80	0,73	0,57	0,40	0,33	0,39	0,54	0,73
<i>IIIб архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,95	0,94	0,99	0,95	0,94	0,99
20°	0,98	0,96	0,86	0,80	0,81	0,8	0,84	0,96

Продовження таблиці 12

Кут затінення α	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
30°	0,95	0,92	0,78	0,63	0,56	0,62	0,75	0,91
40°	0,91	0,87	0,70	0,52	0,40	0,50	0,68	0,86
50°	0,86	0,81	0,63	0,43	0,34	0,42	0,61	0,81
60°	0,81	0,75	0,56	0,37	0,31	0,37	0,54	0,75
<i>IV та V архітектурно-будівельні кліматичні райони</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,96	0,95	1,00	0,96	0,95	0,99
20°	0,98	0,95	0,88	0,84	0,84	0,85	0,87	0,95
30°	0,95	0,91	0,79	0,69	0,53	0,68	0,77	0,91
40°	0,91	0,86	0,71	0,55	0,45	0,54	0,69	0,87
50°	0,86	0,81	0,63	0,45	0,33	0,44	0,61	0,81
60°	0,81	0,74	0,57	0,37	0,3	0,39	0,54	0,75
Період охолодження								
<i>I архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,97
20°	0,97	0,99	1,00	0,99	0,98	0,97	0,88	0,88
30°	0,93	0,98	0,99	0,97	0,97	0,89	0,75	0,78
40°	0,89	0,97	0,98	0,95	0,94	0,75	0,63	0,70
50°	0,83	0,95	0,97	0,92	0,91	0,57	0,52	0,61
60°	0,78	0,93	0,96	0,79	0,70	0,42	0,41	0,53
<i>II архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,96
20°	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,89	0,89
30°	0,93	0,98	0,99	0,98	0,97	0,87	0,75	0,79
40°	0,89	0,96	0,97	0,96	0,94	0,73	0,63	0,70
50°	0,85	0,94	0,95	0,92	0,83	0,53	0,52	0,61
60°	0,79	0,92	0,9	0,75	0,64	0,38	0,42	0,53
<i>IIIa архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,97	0,96
20°	0,97	0,99	1,00	0,99	0,98	0,97	0,88	0,88
30°	0,94	0,99	1,00	0,98	0,96	0,91	0,75	0,79
40°	0,89	0,97	1,00	0,96	0,93	0,77	0,63	0,7

Кінець таблиці 12

Кут затінення α	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
50°	0,84	0,96	1,00	0,94	0,90	0,59	0,51	0,61
60°	0,78	0,94	0,99	0,92	0,84	0,44	0,41	0,51
<i>IIIб архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,97
20°	0,96	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,90	0,90
30°	0,93	0,97	0,98	0,97	0,96	0,92	0,79	0,82
40°	0,89	0,96	0,97	0,95	0,93	0,77	0,66	0,73
50°	0,84	0,93	0,95	0,92	0,90	0,59	0,54	0,65
60°	0,79	0,91	0,92	0,82	0,73	0,44	0,45	0,56
<i>IV та V архітектурно-будівельні кліматичні райони</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,96
20°	0,96	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,87	0,88
30°	0,92	0,98	0,99	0,98	0,97	0,92	0,75	0,8
40°	0,88	0,96	0,98	0,96	0,95	0,80	0,64	0,70
50°	0,83	0,94	0,96	0,93	0,93	0,61	0,52	0,62
60°	0,78	0,92	0,93	0,81	0,84	0,44	0,42	0,53
Примітка 1. Для інших орієнтувань поправковий коефіцієнт затінення горизонту визначають інтерполяцією. Примітка 2. Кут затінення горизонту див. рисунок 2.								

Таблиця 13 — Частковий поправковий коефіцієнт затінення для звисів, F_{ov}

Кут затінення α	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Опалювальний період								
<i>I архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99
20°	0,94	0,94	0,96	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95
30°	0,88	0,88	0,90	0,94	0,96	0,94	0,90	0,88
40°	0,79	0,79	0,83	0,88	0,92	0,87	0,83	0,79
50°	0,67	0,68	0,73	0,78	0,85	0,78	0,72	0,68
60°	0,54	0,56	0,61	0,64	0,69	0,65	0,60	0,56
<i>II архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99
20°	0,95	0,95	0,96	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95

Продовження таблиці 13

Кут затінення α	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
30°	0,88	0,89	0,90	0,94	0,96	0,93	0,90	0,88
40°	0,79	0,80	0,82	0,87	0,93	0,86	0,82	0,80
50°	0,68	0,70	0,72	0,77	0,86	0,75	0,73	0,70
60°	0,55	0,57	0,60	0,63	0,65	0,61	0,60	0,57
<i>IIIa архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99
20°	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,97	0,96	0,94
30°	0,88	0,88	0,90	0,93	0,96	0,94	0,89	0,88
40°	0,79	0,80	0,82	0,87	0,91	0,86	0,82	0,79
50°	0,67	0,69	0,72	0,76	0,81	0,76	0,71	0,68
60°	0,54	0,56	0,60	0,61	0,64	0,60	0,59	0,56
<i>IIIб архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99
20°	0,95	0,95	0,96	0,98	0,98	0,98	0,96	0,95
30°	0,88	0,89	0,91	0,95	0,96	0,93	0,90	0,88
40°	0,79	0,80	0,83	0,88	0,93	0,88	0,83	0,80
50°	0,68	0,69	0,73	0,78	0,85	0,78	0,73	0,69
60°	0,55	0,57	0,61	0,64	0,67	0,63	0,61	0,57
<i>IV та V архітектурно-будівельні кліматичні райони</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99
20°	0,95	0,95	0,96	0,98	0,98	0,98	0,96	0,95
30°	0,88	0,89	0,91	0,95	0,96	0,94	0,91	0,88
40°	0,79	0,80	0,83	0,87	0,93	0,87	0,83	0,8
50°	0,68	0,69	0,72	0,75	0,79	0,75	0,72	0,69
60°	0,56	0,57	0,60	0,58	0,64	0,58	0,60	0,57
Період охолодження								
<i>I архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,96	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98
20°	0,95	0,96	0,89	0,89	0,95	0,96	0,95	0,94
30°	0,89	0,91	0,81	0,72	0,66	0,87	0,88	0,87
40°	0,82	0,83	0,75	0,58	0,45	0,72	0,79	0,79

Кінець таблиці 13

Кут затінення α	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
50°	0,72	0,75	0,68	0,51	0,40	0,52	0,66	0,68
60°	0,61	0,65	0,59	0,44	0,34	0,36	0,52	0,56
<i>II архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,98	0,96	0,99	0,99	1,00	0,99	0,99
20°	0,95	0,94	0,87	0,93	0,95	0,97	0,95	0,94
30°	0,89	0,89	0,75	0,75	0,70	0,90	0,87	0,87
40°	0,82	0,82	0,67	0,55	0,51	0,74	0,78	0,79
50°	0,74	0,74	0,59	0,49	0,39	0,54	0,66	0,68
60°	0,64	0,65	0,52	0,43	0,34	0,37	0,52	0,56
<i>IIIа архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,99	0,98	0,96	0,99	0,99	0,99	0,98
20°	0,94	0,95	0,94	0,85	0,93	0,97	0,95	0,94
30°	0,88	0,90	0,89	0,73	0,65	0,89	0,88	0,86
40°	0,80	0,83	0,82	0,67	0,50	0,74	0,79	0,78
50°	0,71	0,73	0,73	0,60	0,44	0,55	0,65	0,66
60°	0,60	0,63	0,63	0,51	0,37	0,39	0,50	0,54
<i>IIIб архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,98	0,99	0,94	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
20°	0,95	0,96	0,85	0,89	0,95	0,96	0,95	0,94
30°	0,89	0,90	0,76	0,70	0,82	0,87	0,88	0,86
40°	0,81	0,83	0,7	0,58	0,48	0,73	0,79	0,77
50°	0,72	0,74	0,62	0,51	0,43	0,53	0,66	0,67
60°	0,61	0,63	0,54	0,44	0,36	0,36	0,51	0,55
<i>IV та V архітектурно-будівельні кліматичні райони</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,97	0,94	0,97	1,00	1,00	1,00	0,99
20°	0,95	0,93	0,86	0,87	0,91	0,95	0,94	0,93
30°	0,90	0,88	0,72	0,69	0,53	0,83	0,87	0,86
40°	0,83	0,82	0,66	0,54	0,43	0,65	0,77	0,78
50°	0,75	0,75	0,60	0,48	0,39	0,46	0,65	0,68
60°	0,66	0,67	0,54	0,43	0,35	0,33	0,52	0,56
Примітка 1. Для інших орієнтувань поправковий коефіцієнт затінення визначають інтерполяцією. Примітка 2. Кут затінення для звисів див. рисунок 3,а.								

Таблиця 14-1 — Частковий поправковий коефіцієнт затінення для ребер зліва від вікна, $F_{\text{fin left}}$

Кут затінення β	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Опалювальний період								
<i>I архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,98
20°	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,95
30°	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,94	0,90	0,91
40°	0,95	0,96	0,96	0,97	0,95	0,89	0,82	0,87
50°	0,93	0,94	0,95	0,95	0,88	0,82	0,73	0,83
60°	0,90	0,91	0,92	0,92	0,83	0,74	0,66	0,80
<i>II архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
20°	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,95	0,94
30°	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,93	0,89	0,90
40°	0,95	0,96	0,97	0,97	0,95	0,88	0,82	0,85
50°	0,93	0,94	0,95	0,96	0,89	0,8	0,72	0,81
60°	0,91	0,92	0,93	0,92	0,82	0,72	0,64	0,78
<i>IIIа архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98
20°	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,95	0,95
30°	0,97	0,98	0,98	0,98	0,96	0,94	0,91	0,90
40°	0,95	0,96	0,96	0,97	0,93	0,89	0,83	0,87
50°	0,93	0,94	0,95	0,96	0,87	0,81	0,75	0,83
60°	0,90	0,91	0,93	0,92	0,82	0,74	0,66	0,79
<i>IIIб архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
20°	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,95	0,95
30°	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,93	0,90	0,91
40°	0,95	0,96	0,97	0,96	0,94	0,88	0,82	0,87
50°	0,93	0,94	0,95	0,95	0,87	0,80	0,73	0,84
60°	0,90	0,92	0,93	0,92	0,82	0,73	0,64	0,81
<i>IV та V архітектурно-будівельні кліматичні райони</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Продовження таблиці 14-1

Кут затінення β	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
10°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
20°	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,96	0,95
30°	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,94	0,90	0,90
40°	0,95	0,96	0,97	0,97	0,94	0,89	0,82	0,87
50°	0,93	0,94	0,95	0,96	0,89	0,82	0,74	0,83
60°	0,90	0,91	0,92	0,93	0,82	0,74	0,64	0,80
Період охолодження								
<i>I архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
20°	0,93	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,96
30°	0,89	0,97	0,98	0,99	0,98	0,97	0,95	0,90
40°	0,86	0,95	0,97	0,98	0,97	0,93	0,92	0,81
50°	0,82	0,92	0,95	0,96	0,95	0,90	0,86	0,69
60°	0,78	0,89	0,93	0,95	0,92	0,85	0,80	0,58
<i>II архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,93	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,95
30°	0,89	0,97	0,98	0,99	0,99	0,98	0,95	0,89
40°	0,86	0,95	0,97	0,98	0,96	0,94	0,90	0,79
50°	0,83	0,92	0,95	0,96	0,93	0,91	0,85	0,67
60°	0,79	0,89	0,94	0,95	0,90	0,87	0,78	0,56
<i>IIIа архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
20°	0,94	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,96
30°	0,89	0,97	0,98	0,99	0,98	0,98	0,96	0,89
40°	0,86	0,94	0,97	0,98	0,97	0,96	0,92	0,81
50°	0,83	0,92	0,95	0,97	0,96	0,93	0,84	0,70
60°	0,79	0,88	0,93	0,96	0,94	0,90	0,81	0,59
<i>IIIб архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,93	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,95

Кінець таблиці 14-1

Кут затінення β	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
30°	0,89	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	0,96	0,89
40°	0,86	0,95	0,97	0,97	0,97	0,95	0,92	0,8
50°	0,83	0,92	0,95	0,96	0,95	0,9	0,87	0,7
60°	0,79	0,89	0,93	0,94	0,92	0,86	0,78	0,61
<i>IV та V архітектурно-будівельні кліматичні райони</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,93	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,96
30°	0,88	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,96	0,89
40°	0,85	0,95	0,96	0,98	0,97	0,96	0,92	0,79
50°	0,82	0,92	0,95	0,96	0,94	0,91	0,87	0,68
60°	0,79	0,89	0,92	0,95	0,90	0,87	0,81	0,55
Примітка 1. Для інших орієнтувань поправковий коефіцієнт затінення визначають інтерполяцією. Примітка 2. Кут затінення див. рисунок 3,б.								

Таблиця 14-2 — Частковий поправковий коефіцієнт затінення для ребер справа від вікна, $F_{fin\ right}$

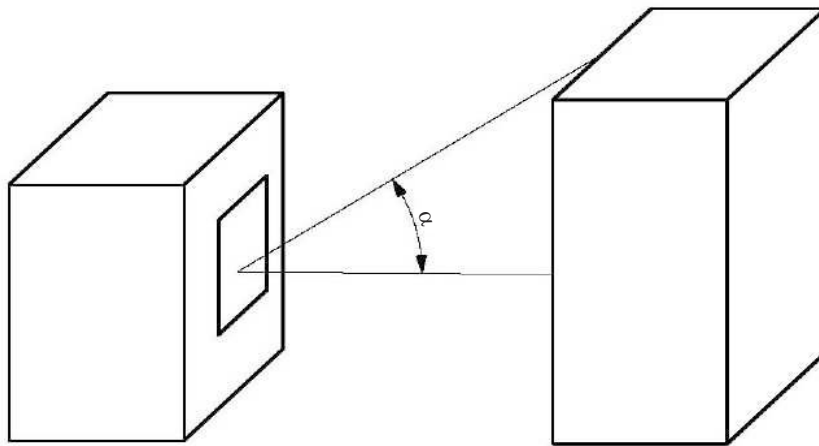
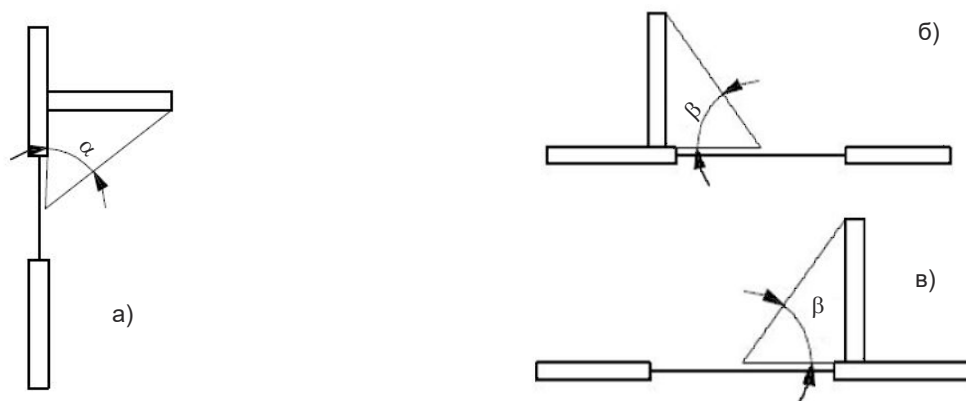
Кут затінення β	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Опалювальний період								
<i>I архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	0,98	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,95	0,95	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
30°	0,97	0,91	0,90	0,94	0,97	0,98	0,98	0,98
40°	0,95	0,87	0,82	0,89	0,95	0,97	0,96	0,96
50°	0,93	0,83	0,73	0,82	0,88	0,95	0,95	0,94
60°	0,90	0,80	0,66	0,74	0,83	0,92	0,92	0,91
<i>II архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,94	0,95	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99
30°	0,97	0,90	0,89	0,93	0,97	0,99	0,98	0,98
40°	0,95	0,85	0,82	0,88	0,95	0,97	0,97	0,96
50°	0,93	0,81	0,72	0,80	0,89	0,96	0,95	0,94
60°	0,90	0,78	0,64	0,72	0,82	0,92	0,93	0,92
<i>IIIa архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Продовження таблиці 14-2

Кут затінення β	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
10°	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,95	0,95	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99
30°	0,97	0,90	0,91	0,94	0,96	0,98	0,98	0,98
40°	0,95	0,87	0,83	0,89	0,93	0,97	0,97	0,96
50°	0,93	0,83	0,75	0,81	0,87	0,96	0,95	0,943
60°	0,90	0,79	0,66	0,74	0,82	0,92	0,93	0,91
<i>IIIб архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,95	0,95	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99
30°	0,97	0,91	0,9	0,93	0,97	0,98	0,98	0,98
40°	0,95	0,87	0,82	0,88	0,94	0,97	0,97	0,96
50°	0,93	0,84	0,73	0,80	0,87	0,96	0,95	0,94
60°	0,90	0,81	0,64	0,73	0,82	0,93	0,93	0,92
<i>IV та V архітектурно-будівельні кліматичні райони</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,95	0,96	0,97	0,99	0,99	0,99	0,99
30°	0,97	0,90	0,90	0,94	0,97	0,98	0,98	0,98
40°	0,95	0,87	0,83	0,89	0,94	0,97	0,97	0,96
50°	0,93	0,83	0,74	0,82	0,89	0,96	0,95	0,94
60°	0,90	0,80	0,64	0,74	0,82	0,93	0,92	0,91
Період охолодження								
<i>I архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	1,00	0,98	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,99	0,94	0,96	0,96	0,99	0,99	0,99
30°	0,98	0,98	0,91	0,91	0,91	0,96	0,98	0,98
40°	0,96	0,96	0,87	0,86	0,85	0,91	0,97	0,97
50°	0,95	0,94	0,83	0,80	0,78	0,83	0,95	0,96
60°	0,92	0,92	0,8	0,72	0,71	0,74	0,93	0,94
<i>II архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	0,99	0,97	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,98	0,94	0,97	0,95	0,99	0,99	0,99

Кінець таблиці 14-2

Кут затінення β	Орієнтація							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
30°	0,98	0,96	0,90	0,92	0,90	0,97	0,98	0,98
40°	0,96	0,94	0,83	0,87	0,83	0,92	0,97	0,97
50°	0,94	0,92	0,77	0,80	0,76	0,84	0,95	0,95
60°	0,92	0,90	0,71	0,73	0,69	0,75	0,93	0,93
<i>IIIа архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	1,00	0,99	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,99	0,97	0,91	0,94	0,99	0,99	0,99
30°	0,98	0,98	0,95	0,86	0,87	0,96	0,98	0,98
40°	0,97	0,97	0,94	0,81	0,80	0,90	0,96	0,97
50°	0,95	0,96	0,92	0,76	0,71	0,81	0,94	0,95
60°	0,93	0,94	0,89	0,72	0,64	0,73	0,92	0,93
<i>IIIб архітектурно-будівельний кліматичний район</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	1,00	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,99	0,90	0,96	0,95	0,99	0,99	0,99
30°	0,98	0,98	0,87	0,92	0,89	0,97	0,98	0,98
40°	0,97	0,96	0,82	0,85	0,82	0,91	0,96	0,96
50°	0,95	0,95	0,77	0,80	0,76	0,85	0,95	0,94
60°	0,93	0,92	0,74	0,71	0,63	0,76	0,92	0,92
<i>IV та V архітектурно-будівельні кліматичні райони</i>								
0°	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	1,00	0,98	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
20°	0,99	0,96	0,93	0,96	0,94	0,99	0,99	0,99
30°	0,98	0,94	0,88	0,92	0,88	0,96	0,98	0,98
40°	0,96	0,93	0,81	0,88	0,82	0,89	0,97	0,97
50°	0,94	0,91	0,75	0,81	0,76	0,79	0,95	0,95
60°	0,92	0,89	0,68	0,75	0,70	0,70	0,93	0,93
Примітка 1. Для інших орієнтувань поправковий коефіцієнт затінення визначають інтерполяцією. Примітка 2. Кут затінення див. рисунок 3,в.								

Рисунок 2 — Кут затінення від протилежних будівель та рельєфу, α 

а) — звис; б) — ребро зліва від вікна; в) — ребро справа від вікна

Рисунок 3 — Кути затінення від звисів та ребер

11.4.3 Частка площі обрамлення

Частку площі непрозорого обрамлення від загальної площі світлопрозорого огородження (вікна) необхідно визначати згідно з проєктними даними. За відсутності точних даних допустимо, для спрощення, приймати значення частки обрамлення на рівні 0,3 для віконних та дверних блоків та 0,2 для світлопрозорих фасадів будівлі.

11.5 Теплове випромінювання в атмосферу

11.5.1 Додатковий тепловий потік за рахунок теплового випромінювання в атмосферу для відповідного елемента оболонки будівлі Φ_r , Вт, визначають за формулою:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er}, \quad (65)$$

де R_{se} — тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, приймають $0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;
 U_c — коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; для фасадної теплоізоляції з вентиляльованим повітряним прошарком, вентиляльованих покриттів та горищних перекриттів значення U_c необхідно помножити на коефіцієнт 0,04;
 A_c — площа проєкції елемента, м^2 ;
 h_r — коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;
 $\Delta\theta_{er}$ — середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, $^{\circ}\text{C}$, для помірних широт приймають $\Delta\theta_{er} = 11 \text{ К}$.

11.5.2 Коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні h_r , Вт/(м²·К), може бути наближено розрахований за формулою:

$$h_r = 4\varepsilon\sigma(\theta_{ss} + 273)^3, \quad (66)$$

де ε — коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею огороження приймають згідно з даними таблиці 10 або за довідковими даними залежно від її типу;

σ — стала Стефана-Больцмана: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴);

θ_{ss} — середньоарифметичне значення поверхневої температури та температури атмосфери, °С.

За першого наближення h_r приймають рівним 5ε , Вт/(м²·К), що відповідає середній температурі 10 °С.

12 ДИНАМІЧНІ ПАРАМЕТРИ

12.1 Методика розрахунку

Динамічний метод моделює теплові опори, теплоємності, теплонадходження від сонця та внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі.

У методиці згідно з цим стандартом динамічні впливи враховують введенням коефіцієнта використання надходжень для опалення та коефіцієнта використання втрат для охолодження. Вплив інерції у випадку переривчастого опалення чи його вимкнення враховують окремо (розділ 13).

12.2 Коефіцієнт використання надходжень для опалення

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ — це функція співвідношення надходжень і втрат теплоти γ_H , та числового параметра a_H , який залежить від інерції будівлі, як наведено у формулах (67)—(71):

$$\text{якщо } \gamma_H > 0 \text{ та } \gamma_H \neq 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{1 - \gamma_H^{a_H}}{1 - \gamma_H^{a_H+1}}, \quad (67)$$

$$\text{якщо } \gamma_H = 1: \quad \eta_{H,gn} = \frac{a_H}{a_H + 1}, \quad (68)$$

$$\text{якщо } \gamma_H < 0 \text{ та } Q_{H,gn} > 0: \quad \eta_{H,gn} = 1/\gamma_H, \quad (69)$$

$$\text{якщо } \gamma_H \leq 0 \text{ та } Q_{H,gn} \leq 0: \quad \eta_{H,gn} = 1 \quad (70)$$

$$\text{за:} \quad \gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}}, \quad (71)$$

де (для кожного місяця та для кожної зони будівлі):

γ_H — безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення;

$Q_{H,ht}$ — сумарна теплопередача для режиму опалення, Вт·год, визначена згідно з 7.2.3;

$Q_{H,gn}$ — сумарні теплонадходження для режиму опалення, Вт·год, визначені згідно з 7.2.3;

a_H — безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі, τ_H , визначений за формулою:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}}, \quad (72)$$

де $a_{H,0}$ — довідковий безрозмірний числовий параметр, що приймають рівним 1,0;

τ — часова константа зони будівлі, год, визначена згідно з 12.4;

$\tau_{H,0}$ — довідкова часова константа, що приймають рівною 15 год.

12.3 Коефіцієнт використання втрат для охолодження

Безрозмірний коефіцієнт використання втрат для охолодження $\eta_{C,ls}$ є функцією співвідношення надходжень і втрат теплоти для охолодження γ_C та числового параметра a_C , який залежить від інерційності будівлі, як наведено у формулах (73)—(77):

$$\text{якщо } \gamma_C > 0, \gamma_C \leq 1 \text{ та } Q_{C,ht} > 0: \quad \eta_{C,ls} = \frac{1 - \gamma_C^{-a_C}}{1 - \gamma_C^{-(a_C+1)}}, \quad (73)$$

$$\text{якщо } \gamma_C > 0, \gamma_C \leq 1 \text{ та } Q_{C,ht} \leq 0: \quad \eta_{C,ls} = 1, \quad (74)$$

$$\text{якщо } \gamma_C = 1: \quad \eta_{C,ls} = \frac{a_C}{a_C + 1}, \quad (75)$$

$$\text{якщо } \gamma_C < 0: \quad \eta_{C,ls} = 1, \quad (76)$$

$$\text{за} \quad \gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}}, \quad (77)$$

де (для кожного місяця та для кожної зони будівлі):

γ_C — безрозмірне співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження;

$Q_{C,ht}$ — сумарна теплопередача трансмісією та вентиляцією для режиму охолодження, Вт·год, визначена згідно з 7.2.3;

$Q_{C,gn}$ — сумарні теплонадходження для режиму охолодження, Вт·год, визначені згідно з 7.2.3;

a_C — безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи, τ_C , визначений за формулою:

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}}, \quad (78)$$

де $a_{C,0}$ — довідковий безрозмірний числовий параметр, що приймають рівним 1,0;

τ — часова константа зони будівлі, год, визначена згідно з 12.4;

$\tau_{C,0}$ — довідкова часова константа, що приймають рівною 15 год.

12.4 Часова константа будівлі

12.4.1 Часова константа зони будівлі τ , год, характеризує внутрішню теплову інерцію кондиціонованої зони. Її розраховують за формулами:

— для опалення:

$$\tau_H = \frac{C_m}{H_{tr,adj,H} + H_{ve,adj,H}}, \quad (79)$$

— для охолодження:

$$\tau_C = \frac{C_m}{H_{tr,adj,C} + H_{ve,adj,C} + H_{ve,extra,adj}}, \quad (80)$$

де C_m — внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі, Вт·год/К, розрахована згідно з 12.4.2;

$H_{tr,adj,H}$, $H_{tr,adj,C}$ — значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією, Вт/К, розраховане згідно з 8.2;

$H_{ve,adj,H}$, $H_{ve,adj,C}$ — значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією, Вт/К, розраховане згідно з 9.2;

$H_{ve,extra,adj}$ — репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі за рахунок нічного охолодження, Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_{ve,extra,adj} = \frac{H_{ve,extra} \sum_{j=1}^{24} f_{ve,extra,j}}{24}, \quad (81)$$

де $H_{ve,extra,adj}$, $f_{ve,extra,j}$ — те саме, що в 9.3.1.

12.4.2 Внутрішню теплоємність будівлі або зони будівлі, C_m , Вт·год/К, розраховують за формулою:

$$C_m = C \cdot A_f, \quad (82)$$

де C — внутрішня теплоємність будівлі або зони будівлі на одиницю площі, Вт·год/(м²·К), приймають згідно з таблицею 15;

A_f — кондиціонована площа будівлі або зони будівлі, м².

Таблиця 15 — Національні значення для внутрішньої теплоємності

Клас	C, Вт·год/(м ² ·К)	Деталізація
Дуже легкий	25	Каркасні будівлі зі стінами полегшеної конструкції — збірно-щитові, каркасно-засипні, каркасно-камишитові, дерев'яні, сандвіч-панелі тощо
Легкий	35	Будівлі зі стінами з монолітного шлакобетону, шлакоблоків, блоків з ніздрюватого бетону, черепашнику та інших дрібноштучних виробів із залізобетонними чи дерев'яними перекриттями
Середній	50	Будівлі великопанельні, великоблокові, з цегляними стінами товщиною в одну цеглу, із залізобетонними чи дерев'яними перекриттями
Важкий	80	Капітальні будівлі з цегляними стінами товщиною (1,5—2 цеглини), із залізобетонними перекриттями
Дуже важкий	110	Особливо капітальні будівлі з кам'яними або цегляними стінами (товщиною в 2,5—3,5 цеглини), із залізобетонним чи металевим каркасом, із залізобетонним перекриттям

13 ВНУТРІШНІ УМОВИ

13.1 Постійне опалення та/або охолодження

13.1.1 Для постійного опалення протягом усього опалювального періоду як єдину задану температуру зони будівлі необхідно використовувати задану температуру для опалення $\theta_{\text{int,set,H}}$ °C.

13.1.2 Для постійного охолодження протягом усього періоду охолодження як єдину задану температуру зони будівлі необхідно використовувати задану температуру для охолодження $\theta_{\text{int,set,C}}$ °C.

13.1.3 Для цілей енергетичного сертифікування та документування дотримання вимог будівельних норм значення заданої, чергової та скоригованої температури для постійного опалення та охолодження наведені в таблиці 16. Для цілей енергетичного сертифікування переривчастістю та періодом невикористання необхідно нехтувати.

13.2 Квазіпостійне опалення та/або охолодження

13.2.1 Переривчасте опалення та/або охолодження потрібно розглядати як постійне опалення та/або охолодження з урахуванням заданого значення температури, якщо застосовують режим А або режим Б.

13.2.2 Режим А:

Див. рисунки 4а та 4б.

Задана температура для розраховування є осередненою за часом зі значень заданих температур для періодів постійного опалення/охолодження та періодів чергового опалення/охолодження, якщо:

— коливання заданої температури між нормальним режимом опалення чи охолодження та періодами чергового опалення чи охолодження менші ніж 3 К та/або;

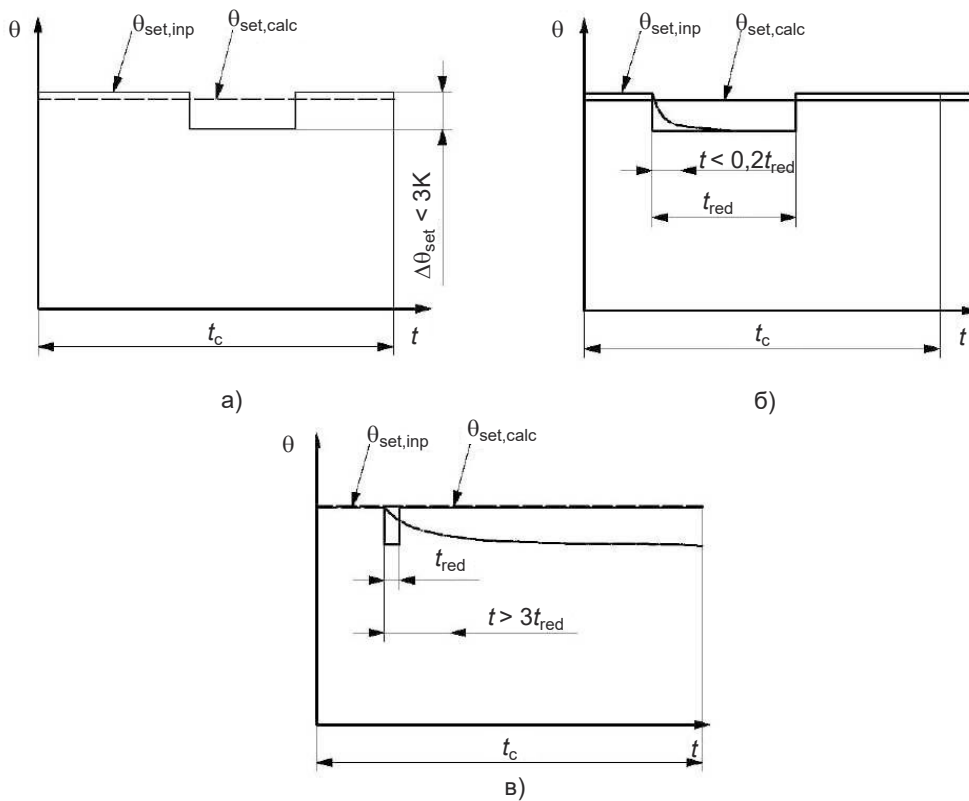
— часова константа будівлі (див. 12.4) менше ніж 0,2 тривалості найкоротшого періоду з черговим режимом опалення (для опалення) або охолодженням (для охолодження).

13.2.3 Режим Б:

Див. рисунок 4в.

Задана температура для розрахунку є заданою температурою для звичайного (постійного) режиму опалення або охолодження, якщо часова константа будівлі (див. 12.4) більша ніж у три рази за тривалість найдовшого періоду з черговим режимом опалення/охолодження.

13.2.4 Коригування для тривалого періоду невикористання (наприклад, свята) визначені згідно з 13.5.



Умовні позначки:

$\theta_{set,inp}$ — задана температура, встановлена як вхідні дані;

$\theta_{set,calc}$ — задана температура для розрахування;

t — час;

t_c — показова частина розрахункового періоду.

Рисунок 4 — Приклад квазіпостійного опалення

Примітка. Аналогічні ілюстрації застосовують для охолодження (зі зниженим заданим значенням вище норми, а не нижче).

13.3 Коригування для переривчастості

13.3.1 Опалення

13.3.1.1 У разі переривчастого режиму опалення, що не відповідає умовам 13.2, енергопотребу для опалення $Q_{H,nd,interm}$, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{H,nd,interm} = a_{H,red} Q_{H,nd,cont}, \quad (83)$$

де $Q_{H,nd,cont}$ — енергопотреба для постійного опалення, Вт·год, розрахована згідно з 7.2.1;

$a_{H,red}$ — безрозмірний знижувальний коефіцієнт для переривчастого режиму опалення, що розраховують за формулою:

$$a_{H,red} = 1 - b_{H,red}(\tau_{H,0}/\tau)\gamma_H(1 - f_{H,hr}), \quad (84)$$

з мінімальним значенням: $a_{H,red} = f_{H,hr}$ і максимальним значенням: $a_{H,red} = 1$,

де $f_{H,hr}$ — частка кількості годин на тиждень з нормальним (постійним) заданим режимом опалення (не заданим черговим або відімкненим), наприклад, $(14 \cdot 5)/(24 \cdot 7) = 0,42$;

$b_{H,red}$ — емпіричний коефіцієнт кореляції приймають $b_{H,red} = 3$;

τ — часова константа зони будівлі, год, визначена згідно з 12.4;

$\tau_{H,0}$ — довідкова часова константа для режиму опалення, год, визначена згідно з 12.2;

γ_H — співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму опалення, визначене згідно з 12.2.

13.3.1.2 Коригування для тривалого періоду невикористання (наприклад, свята) визначені згідно з 13.5.

13.3.2 Охолодження

13.3.2.1 У разі переривчастого режиму охолодження, що не відповідає умовам 13.2, енергопотребу для охолодження $Q_{C,nd,interm}$, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{C,nd,interm} = a_{C,red} Q_{C,nd,cont}, \quad (85)$$

де $Q_{C,nd,cont}$ — енергопотреба для постійного охолодження, Вт·год, розрахована згідно з 7.2.2;
 $a_{C,red}$ — безрозмірний знижувальний коефіцієнт для переривчастого режиму охолодження, що розраховують за формулою:

$$a_{C,red} = 1 - b_{C,red}(\tau_{C,0}/\tau)\gamma_C(1 - f_{C,hr}), \quad (86)$$

з мінімальним значенням: $a_{C,red} = f_{C,hr}$ і максимальним значенням: $a_{C,red} = 1$.

де $f_{C,hr}$ — частка кількості днів на тиждень з нормальним (постійним) заданим режимом охолодження принаймні в денний час (не заданим черговим або відімкненим), наприклад, 5/7 = 0,71;

$b_{C,red}$ — емпіричний коефіцієнт кореляції; дорівнює $b_{C,red} = 3$;

τ — часова константа зони будівлі, год, визначена згідно з 12.4;

$\tau_{C,0}$ — довідкова часова константа для режиму охолодження, год, визначена згідно з 12.2;

γ_C — співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження, визначене згідно з 12.2.

13.3.2.2 Коригування для тривалого періоду невикористання (наприклад, свята) визначені згідно з 13.5.

13.4 Задані значення

Значення заданої температури, температури чергового режиму та графіка роботи систем опалення та охолодження необхідно приймати відповідно до проектних даних, але не нижче ніж нормативне значення згідно з нормами на відповідний тип будівлі. На основі цих даних необхідно виконувати коригування внутрішньої температури зони будівлі, яку приймають у розраховуваннях.

За відсутності точних даних та для цілей енергетичного сертифікування та документування дотримання вимог будівельних норм необхідно використовувати як задану температуру зони будівлі $\theta_{int,set,H}$ та $\theta_{int,set,C}$ значення скоригованої температури згідно з таблицею 16.

13.5 Коригування для періоду невикористання

13.5.1 У деяких будівлях (заклади дошкільної освіти, заклади освіти) періоди невикористання протягом опалювального періоду та періоду охолодження, наприклад, святкові дні, призводять до скорочення енергоспоживання під час опалення або охолодження.

13.5.2 Енергопотреби для опалення та охолодження, з урахуванням періоду невикористання $Q_{H,nd}$ та $Q_{C,nd}$, Вт·год, розраховують, як подано нижче.

Для місяця, у якому є період невикористання, розрахунок виконують двічі:

а) для періоду використання (нормальні налаштування опалення/охолодження) та

б) для налаштувань періоду невикористання.

Потім проводять лінійну інтерполяцію залежно від часової частки режиму невикористання порівняно з режимом обслуговування за формулами:

$$Q_{H,nd} = (1 - f_{H,nocc})Q_{H,nd,occ} + f_{H,nocc}Q_{H,nd,nocc}, \quad (87)$$

$$Q_{C,nd} = (1 - f_{C,nocc})Q_{C,nd,occ} + f_{C,nocc}Q_{C,nd,nocc}, \quad (88)$$

де $Q_{H,nd,occ}$ — енергопотреба для опалення, Вт·год, розрахована згідно з 7.2.1 (або $Q_{H,nd,cont}$, або $Q_{H,nd,interm}$), припускаючи, що у всі дні місяця регулювання та налаштування автоматичного регулятора температури повітря в приміщенні (наприклад, терморегулятора на опалювальному приладі) відповідають налаштуванням періоду використання;

$Q_{C,nd,occ}$ — енергопотреба для охолодження, Вт·год, розрахована згідно з 7.2.2 (або $Q_{C,nd,cont}$, або $Q_{C,nd,interm}$), припускаючи, що у всі дні місяця регулювання та налаштування автоматичного регулятора температури повітря в приміщенні (наприклад, термостата фанкойла) відповідають налаштуванням періоду використання;

$Q_{H,nd,nocc}$ — енергопотреба для опалення, Вт·год, розрахована згідно з 7.2.1 (або $Q_{H,nd,cont}$, або $Q_{H,nd,interm}$), припускаючи, що у всі дні місяця регулювання та налаштування терморегулятора відповідають налаштуванням періоду невикористання;

$Q_{C,nd,nocc}$ — енергопотреба для охолодження, Вт·год, розрахована згідно з 7.2.2 (або $Q_{C,nd,cont}$, або $Q_{C,nd,interm}$), припускаючи, що у всі дні місяця регулювання та налаштування термостата відповідають налаштуванням періоду невикористання;

$f_{H,nocc}$ — частка місяця з періодом невикористання опалення (наприклад, 10/31);

$f_{C,nocc}$ — частка місяця з періодом невикористання охолодження (наприклад, 10/31).

Таблиця 16 — Значення заданої, чергової та скоригованої температури

Вхідні дані	Призначення будівлі											
	Одноквартирні будинки	Багатоквартирні будинки, гуртожитки	Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	Будівлі закладів освіти	Будівлі закладів дошкільної освіти	Будівлі закладів охорони здоров'я	Готелі	Ресторани	Спортивні заклади	Будівлі закладів гуртової та роздрібної торгівлі	Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвілних установ	Інші види будівель
Внутрішня задана температура опалення, °C	20	20	20	20	22	22	20	20	18	20	20	20
Температура чергового режиму опалення, °C	17	17	17	17	20	20	17	17	15	17	17	17
Скоригована температура опалення, °C	19	19	19	19	21	21	19	19	17	19	19	19
Графік опалення, (год/тиждень) ¹⁾	112	112	50	50	50	168	168	84	84	84	56	60
Внутрішня задана температура охолодження, °C ²⁾	26	26	24	24	26	22	24	24	24	23	24	24
Температура чергового режиму охолодження, °C	26	26	27	27	26	27	27	27	27	26	27	27
Скоригована температура охолодження, °C	26	26	25	25	26	24	25	25	25	25	25	25
Графік охолодження, (год/тиждень) ³⁾	112	112	50	50	50	168	168	84	84	84	56	60
¹⁾ Кількість годин на тиждень з нормальним (постійним) опаленням до заданої температури. ²⁾ Значення температури використовують для розрахунку енергопотреб для охолодження. Максимальна допустима температура у приміщенні вища на 2—3 °C. ³⁾ Кількість годин на тиждень з нормальним (постійним) охолодженням до заданої температури.												

14 РІЧНІ ЕНЕРГОПОТРЕБИ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ

14.1 Річні енергопотреби для опалення та охолодження зони будівлі

Річні енергопотреби для опалення та охолодження даної зони будівлі $Q_{H,nd,an}$ та $Q_{C,nd,an}$, кВт·год, розраховують за формулою (89) складанням розрахованої енергопотреби за кожний місяць:

$$Q_{H,nd,an} = \sum_i Q_{H,nd,i} / 1000 \text{ та } Q_{C,nd,an} = \sum_i Q_{C,nd,i} / 1000, \quad (89)$$

де $Q_{H,nd,i}$ — енергопотреба для опалення зони, що розглядають, для i -го місяця, Вт·год, визначена згідно з 7.2.1;

$Q_{C,nd,i}$ — енергопотреба для охолодження зони, що розглядають, для i -го місяця, Вт·год, визначена згідно з 7.2.2.

Примітка. Якщо результати розрахунків $Q_{H,nd,i}$ або $Q_{C,nd,i}$ для певного місяця не перевищують значення в 0,1 кВт·год/м², то допустимо результат для даного місяця приймати рівним 0.

14.2 Річні енергопотреби для опалення та охолодження для комбінування систем

Під час розраховування мультизони річні енергопотреби для опалення та охолодження для даного комбінування систем опалення, охолодження та вентиляції, що обслуговують різні зони $Q_{H,nd,an,zs}$ і $Q_{C,nd,an,zs}$ розраховують як суму енергопотреб за зонами, zs , які обслуговує одне і те саме комбінування систем, згідно з формулами:

$$Q_{H,nd,an,zs} = \sum_z Q_{H,nd,an,z} \text{ та } Q_{C,nd,an,zs} = \sum_z Q_{C,nd,an,z}, \quad (90)$$

де $Q_{H,nd,an,z}$ — річна енергопотреба в опаленні z -ої зони, яку обслуговує одне і те саме комбінування систем, кВт·год, визначена згідно з 14.1;

$Q_{C,nd,an,z}$ — річна енергопотреба в охолодженні z -ої зони, що обслуговує одне і те саме комбінування систем, кВт·год, визначена згідно з 14.1.

Примітка. Якщо результати розрахунків $Q_{H,nd,an,z}$ або $Q_{C,nd,an,z}$ для певного місяця не перевищують значення в 0,1 кВт·год/м², то допустимо результат для даного місяця приймати рівним 0.

15 СУМАРНЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМАМИ ОПАЛЕННЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

15.1 Загальні положення

15.1.1 У загальному випадку енергоспоживання визначають як енергопотреби плюс регулярні неутилізовані тепловтрати систем та додаткова енергія. Сумарні регулярні тепловтрати системи включають втрати теплоти під час вироблення (генерування), акумулювання, транспортування, регулювання, розподілення та виділення/тепловіддавання.

15.1.2 У разі розраховування мультизони першим кроком є розраховування річної енергопотреби для опалення та охолодження для даного комбінування систем опалення, охолодження та вентиляції, що обслуговують одну зону або кілька зон, як зазначено в 14.2. Подальшим кроком є розрахунок регулярних тепловтрат та додаткової енергії системи для кожної зони, як це зазначено в подальших розділах.

15.1.3 Результати розраховування представляють і підсумовують, як зазначено в таблиці 36. Дані з цієї таблиці, за потреби, використовують для надання звіту щодо загального енергоспоживання, первинної енергії та енергетичного оцінювання.

15.2 Регулярні тепловтрати в системі та додаткова енергія. Загальні положення

15.2.1 Основний принцип методу визначення регулярних тепловтрат і додаткової енергії в інженерній системі будівлі базується на аналізуванні таких підсистем:

- енергетична ефективність підсистеми виділення/тепловіддачі, включаючи регулювання;
- енергетична ефективність підсистеми розподілення, включаючи регулювання;
- енергетична ефективність підсистеми акумулювання та вироблення (генерування), включаючи регулювання.

15.2.2 Енергію, що споживається підсистемами, розраховують окремо для теплової енергії та додаткової енергії.

15.2.3 Згідно з цим стандартом для спрощеного підходу енергетичний потік для кожної підсистеми (виділення/тепловіддача, розподілення, акумулювання та вироблення/генерування) зображено на рисунку 5 як для опалення, так і для охолодження.

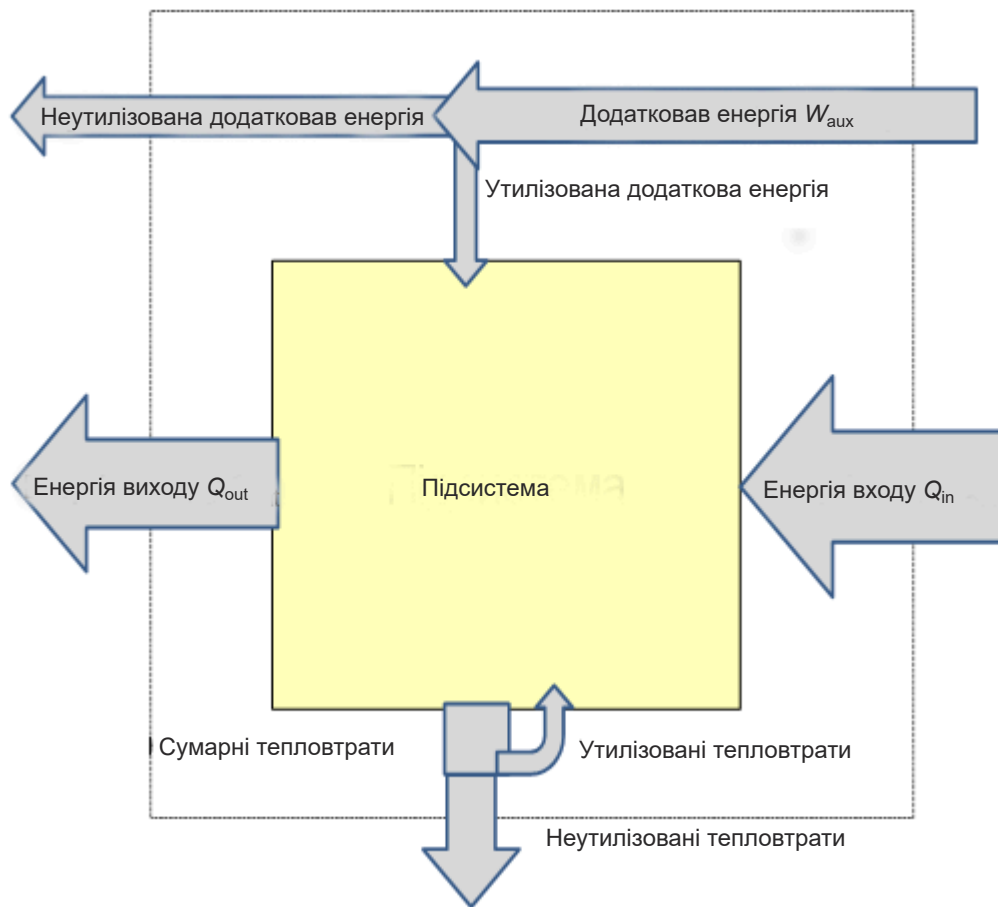


Рисунок 5 — Енергетичний потік у підсистемі

15.2.4 Розрізняють:

- частку регулярних тепловтрат у підсистемі, які утилізують (можуть бути утилізовані);
- частку утилізаційних регулярних тепловтрат у підсистемі, що безпосередньо утилізовані в підсистемі й тому їх віднімають від сумарних тепловтрат у підсистемі.

15.2.5 Додаткову енергію W_{aux} і частку регулярних тепловтрат, які утилізують, розраховують окремо для кожної підсистеми за потреби. Загальні тепловтрати в підсистемі Q_{ls} також розраховують окремо для кожної підсистеми.

15.2.6 Для кожної підсистеми енергію входу розраховують за формулою:

$$Q_{in} = Q_{out} - k \cdot W_{aux} + Q_{nrvd}, \quad (91)$$

- де Q_{out} — вироблена/генерована енергія (енергія виходу);
 k — коефіцієнт для розраховування утилізаційної частки додаткової енергії;
 W_{aux} — додаткова енергія;
 Q_{nrvd} — неутилізовані тепловтрати підсистеми, що визначають за формулою:

$$Q_{nrvd} = Q_{ls} - Q_{rvd}, \quad (92)$$

- де Q_{ls} — сумарні тепловтрати підсистеми;
 Q_{rvd} — утилізовані тепловтрати підсистеми.

15.2.7 Якщо тепловтрати розраховують використанням ефективності підсистеми η , сумарні тепловтрати в підсистемі Q_{ls} можна розрахувати за формулою:

$$Q_{ls} = Q_{out} (1 - \eta)/\eta, \quad (93)$$

- де η — ефективність підсистеми (ККД);
 Q_{out} — енергія виходу з підсистеми.

15.2.8 Згідно з методикою цього стандарту вплив систем автоматичного регулювання, встановлених у пунктах централізованого теплопостачання та охолодження, в межах розраховувань долучають до ефективності автоматичного регулювання за формулою:

$$Q_{\text{gen,out}} = Q_{\text{dis,in}} / \eta_{\text{ac}}, \quad (94)$$

де $Q_{\text{gen,out}}$ — вироблена/генерована енергія (енергія виходу) від підсистеми генерації (акумулявання);
 $Q_{\text{dis,in}}$ — енергія входу в підсистему розподілення;
 η_{ac} — ефективність автоматичного регулювання.

Примітка 1. Для будівель з когенерацією не визначають розмежування між спожитим паливом і виробленою теплотою, виробленою електроенергією і втратами в системі. Однак таке розмежування необхідно проводити настільки точно, наскільки це розумно можливо.

Примітка 2. Для системи охолодження тепловтрати в системі можуть включати теплоту, що розсіюється з внутрішнього середовища до холодних частин системи (виділення, акумулявання, розподілення, регулювання), та/або теплоту, що розсіюється до гарячих частин системи (виробництво, транспортування, електронні прилади). Частина теплоти, що розсіюється до холодних частин системи, може бути утилізована в будівлях, як зазначено вище.

Примітка 3. Втрати в системі також включають додаткові тепловтрати у будівлі через неоднорідний розподіл температури в зоні будівлі та недосконале регулювання температури в зоні будівлі.

Примітка 4. Якщо інженерну систему будівлі використовують для кількох цілей (наприклад, опалення та ГВП), розділити енергоспоживання на споживання енергії для кожної конкретної цілі може бути складно. Таке енергоспоживання можна зазначати як комбінований показник (наприклад, енергоспоживання на опалення приміщень і ГВП).

15.2.9 На рисунку 6 наведено взаємозв'язок між ефективністю підсистем опалення й охолодження та різними європейськими стандартами, що стосуються цих підсистем.

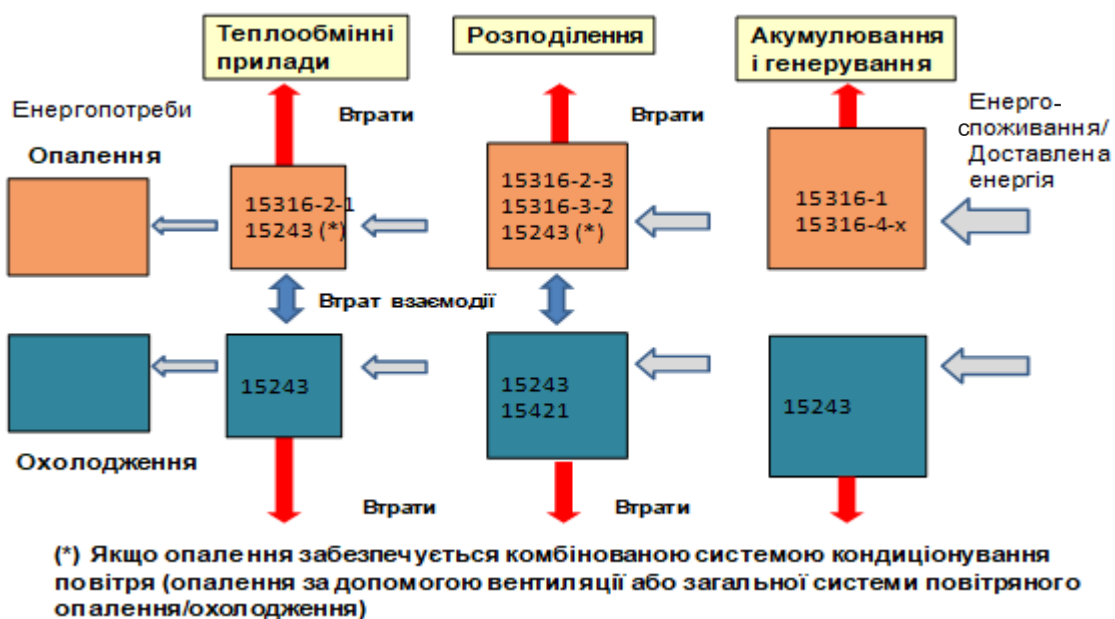


Рисунок 6 — Ефективність системи опалення й охолодження

15.3 Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонно-залежних технічних засобів

15.3.1 Місячний метод розрахунку енергопотреб для опалення та охолодження опосередковано враховує тривалість опалювального періоду та періоду охолодження в рамках енергетичного балансу за кожен місяць, тому додаткове розраховування тривалості вказаних періодів не застосовують.

15.3.2 Для розраховувань додаткової енергії та тривалості роботи сезоннозалежних технічних засобів (трубопроводи, вентилятори тощо) необхідно визначити або розрахувати тривалість опалювального періоду та періоду охолодження.

15.3.3 Опалювальний період

Дійсну тривалість опалювального періоду $L_{\text{н}}$, виражену в кількості місяців, розраховують за формулою:

$$L_H = \sum_{m=1}^{m=12} f_{H,m}, \quad (95)$$

де $f_{H,m}$ — частка m -го місяця, що є частиною опалювального періоду. Визначення f_H для кожного місяця здійснюють на базі місячних значень співвідношення надходжень і втрат теплоти для опалювального режиму, γ_H , що визначають згідно з 12.2.

Спочатку визначають перше граничне значення безрозмірного співвідношення надходжень і втрат теплоти для опалювального режиму $\gamma_{H,lim}$ за формулою:

$$\gamma_{H,lim} = (a_H + 1)/a_H, \quad (96)$$

де a_H — безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі, визначений згідно з 12.2.

Потім для кожного місяця визначають:

— значення γ_H на початку місяця. Це значення розраховують як середнє значення γ_H для місяця, що розглядають, та попереднього місяця;

— значення γ_H у кінці місяця. Це значення розраховують як середнє значення γ_H для місяця, що розглядають, та місяця.

Найменше з двох значень позначають $\gamma_{H,1}$, найбільше — $\gamma_{H,2}$. Від'ємне значення γ_H має бути замінено на значення найближчого місяця з додатним значенням γ_H .

Якщо $\gamma_{H,2} < \gamma_{H,lim}$, тоді весь місяць є частиною опалювального періоду: $f_H = 1$.

Якщо $\gamma_{H,1} > \gamma_{H,lim}$, тоді весь місяць не належить опалювальному періоду: $f_H = 0$.

В іншому разі опалювальному періоду належить лише частина місяця:

$$\text{якщо } \gamma_{H,1} > \gamma_{H,lim} : \quad f_H = 0,5(\gamma_{H,lim} - \gamma_{H,1})/(\gamma_H - \gamma_{H,1}), \quad (97)$$

$$\text{якщо } \gamma_H \leq \gamma_{H,lim} : \quad f_H = 0,5 + 0,5(\gamma_{H,lim} - \gamma_H)/(\gamma_{H,2} - \gamma_H). \quad (98)$$

Тривалість періоду опалення, днів у місяці визначають згідно з даними таблиці 3 ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

Тривалість періоду опалення, годин у місяці розраховують множенням кількості днів на 24.

Примітка. Тривалість, діб, опалювального періоду, що визначають згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 для періоду з середньодобовою температурою зовнішнього повітря не більше ніж 10 °С, приймають для будівель закладів освіти, дошкільної освіти та закладів охорони здоров'я, та не більше ніж 8 °С — для будівель іншого призначення.

15.3.4 Період охолодження

Дійсну тривалість періоду охолодження L_C , виражену в кількості місяців, розраховують за формулою:

$$L_C = \sum_{m=1}^{m=12} f_{C,m}, \quad (99)$$

де $f_{C,m}$ — частка m -го місяця, що є частиною періоду охолодження. Визначення f_C для кожного місяця здійснюють на базі місячних значень співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження γ_C , що визначають згідно з 12.3.

Спочатку визначають перше граничне значення безрозмірного співвідношення надходжень і втрат теплоти для режиму охолодження $\gamma_{C,lim}$ за формулою:

$$(1/\gamma_C)_{lim} = (a_C + 1)/a_C, \quad (100)$$

де a_C — безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі, визначений згідно з 12.3.

Потім для кожного місяця визначають значення $1/\gamma_C$ на початку та в кінці місяця як середнє значення $1/\gamma_C$ для місяця, що розглядають, та попереднього місяця та, як середнє значення $1/\gamma_C$ для місяця, що розглядають, та подальшого місяця (попереднім місяцем для січня є грудень; подальшим місяцем для грудня є січень).

Найменше з двох значень позначають $(1/\gamma_C)_1$, найбільше — $(1/\gamma_C)_2$. Від'ємне значення $1/\gamma_C$ має бути замінено на значення найближчого місяця з додатним значенням $1/\gamma_C$.

Якщо $(1/\gamma_C)_2 < (1/\gamma_C)_{lim}$, тоді весь місяць є частиною періоду охолодження: $f_C = 1$.

Якщо $(1/\gamma_C)_1 > (1/\gamma_C)_{lim}$, тоді весь місяць не належить періоду охолодження: $f_C = 0$.

В іншому разі, періоду охолодження належить лише частина місяця:

$$\text{якщо } (1/\gamma_C) > (1/\gamma_C)_{lim} : \quad f_C = 0,5[(1/\gamma_C)_{lim} - (1/\gamma_C)_1]/[(1/\gamma_C) - (1/\gamma_C)_1], \quad (101)$$

$$\text{якщо } (1/\gamma_C) \leq (1/\gamma_C)_{lim} : \quad f_C = 0,5 + 0,5[(1/\gamma_C)_{lim} - (1/\gamma_C)]/[(1/\gamma_C)_2 - (1/\gamma_C)]. \quad (102)$$

Тривалість періоду охолодження в годинах, коли температура зовнішнього повітря вище ніж 21 °С, розраховують згідно з даними таблиці А.3 додатка А або приймають згідно з таблицею А.6.

Примітка. У таблиці А.6 наведено значення розрахункової тривалості періоду охолодження без урахування періодів невикористання, які можна приймати згідно з таблицею 7.

15.4 Загальне енергоспоживання підсистеми тепловіддачі/виділення під час опалення

15.4.1 Загальні положення

15.4.1.1 Теплоту входу до підсистем тепловіддачі/виділення під час опалення визначають згідно з ДСТУ EN 15316-2, що містить тепловтрати, спричинені:

- нерівномірністю розподілу температури в приміщенні;
- наявністю опалювальних панелей, умонтованих у конструкції будівлі;
- точністю регулювання температури приміщення.

15.4.1.2 Результати розраховування ефективності системи тепловіддачі/виділення містять:

- регулярні тепловтрати;
- додаткову енергію;
- утилізаційні та утилізовані тепловтрати системи;
- теплоту входу до підсистеми.

15.4.2 Тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення

15.4.2.1 Розраховування загальних тепловтрат підсистем тепловіддачі/виділення виконують щомісяця згідно з ДСТУ EN 15316-2 з використанням ефективності за формулою:

$$Q_{H,em,ls} = \left(\frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_{H,em,out}, \quad (103)$$

де $Q_{H,em,ls}$ — загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення за конкретний місяць, Вт·год;

$Q_{H,em,out} = Q_{H,nd}$ — енергія виходу від підсистеми тепловіддавання/виділення за конкретний місяць, Вт·год, є енергопотребою в опаленні за конкретний місяць $Q_{H,nd}$, що визначають згідно з 7.2.1;

f_{hydr} — коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи;

f_{im} — коефіцієнт, що враховує застосування періодичного теплового режиму приміщення; $f_{im} = 1$ — для постійного теплового режиму; $f_{im} = 0,98$ — для періодичного теплового режиму з регулюванням без інтегрованого зворотного зв'язку; $f_{im} = 0,97$ — для періодичного теплового режиму з регулюванням, що має інтегрований зворотний зв'язок (з оптимізованим пуском);

f_{rad} — коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку (лише для променевих систем опалення);

η_{em} — загальний рівень ефективності для тепловіддавальної складової системи у приміщенні, що визначають за формулою:

$$\eta_{em} = \frac{1}{[4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb})]}, \quad (104)$$

η_{str} — складова загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення;

η_{ctr} — складова загального рівня ефективності, яка враховує регулювання температури приміщення;

η_{emb} — складова загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень (для вбудованих систем).

15.4.2.2 Стандартні значення складових загального рівня ефективності приймають згідно з додатком А ДСТУ EN 15316-2 (таблиці 17—23).

15.4.2.3 Ефективність вільнообтічних нагрівальних поверхонь (радіаторів); приміщення заввишки не більше ніж 4 м.

Таблиця 17 — Ефективність вільнообітчних нагрівальних поверхонь (радіатори); приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Впливовий чинник		Складові загального рівня ефективності			
		η_{str1}	η_{str2}	η_{ctr}	η_{emb}
Регулювання температури повітря приміщення	Відсутнє			0,86	
	За усередненої (характерної) температури повітря приміщень будівлі			0,88	
	П-регулювання* (2 К ^{**})			0,93	
	П-регулювання* (1 К ^{**})			0,95	
	ПІ-регулювання***			0,97	
	ПІ-регулювання*** з оптимізацією (наприклад, наявність диспетчеризації, адаптованого контролю)			0,99	
Температурний напір (за температури повітря 20 °С)	60 К (наприклад, 90/70)	0,88			
	42,5 К (наприклад, 70/55)	0,93			
	30 К (наприклад, 55/45)	0,95			
Специфічні тепловтрати через зовнішні огороження	Опалювальний прилад встановлено біля внутрішньої стіни		0,87		1
	Опалювальний прилад встановлено біля зовнішньої стіни:				
	— вікно без радіаційного захисту;		0,83		1
	— вікно з радіаційним захистом;		0,88		1
	— звичайна стіна		0,95		1
* Пропорційне регулювання. ** Точність регулювання температури (у градусах Кельвіна). *** Пропорційне інтегральне регулювання.					

Складову загального рівня ефективності, яка враховує вертикальний профіль температури повітря приміщення η_{str} , розраховують як середнє значення «температурного напору» та «питомих тепловтрат зовнішніх огорожувальних конструкцій» за формулою:

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2})/2, \quad (105)$$

де η_{str1} та η_{str2} приймають згідно з даними таблиці 17.

Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи f_{hydr} , приймають згідно з даними таблиці 18.

Таблиця 18 — Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи

Тип системи	Впливовий чинник	f_{hydr}
1	2	3
Двотрубна	<u>Система не налагоджена</u> . Відсутні балансувальні клапани на стояках (горизонтальних гілках) системи.	1,03
	<u>Система налагоджена</u> . Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (гілках) з понад вісьмома опалювальними приладами або наявне лише статичне налагодження системи (ручні балансувальні клапани).	1,01
	<u>Система налагоджена</u> . Наявні автоматичні регулятори перепаду тиску на стояках (гілках) з вісьмома та менше опалювальними приладами.	1,00

Кінець таблиці 18

1	2	3
	<u>Система налагоджена.</u> Наявне автоматичне регулювання перепаду тиску в терморегуляторах або електронних регуляторах витрати теплоносія на опалювальних приладах (автоматичних регуляторах температури повітря у приміщенні).	0,98
Однотрубна (постійний гідравлічний режим)	<u>Система не налагоджена.</u> Відсутня балансувальна арматура на стояках (горизонтальних гілках) системи.	1,09
	<u>Система налагоджена.</u> Наявна ручна балансувальна арматура на стояках (горизонтальних гілках).	1,07
	<u>Система налагоджена.</u> Наявні автоматичні регулятори (стабілізатори) витрати на стояках (горизонтальних гілках).	1,05
Однотрубна (змінний гідравлічний режим)	<u>Система налагоджена.</u> Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати зі стабілізацією температури теплоносія на виході зі стояка (горизонтальної гілки).	1,01
	<u>Система налагоджена.</u> Наявні автоматичні регулятори (обмежувачі) витрати з регулюванням температури теплоносія на виході зі стояка (горизонтальної гілки) за температурним графіком.	1,00

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку, приймають $f_{\text{rad}} = 1,0$.

15.4.2.4 Ефективність складових частин вбудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі); приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Таблиця 19 — Ефективність складових частин вбудованих нагрівальних поверхонь (опалювальні панелі); приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Впливовий чинник		Складові загального рівня ефективності			
		η_{str}	η_{ctr}	η_{emb1}	η_{emb2}
Регулювання температури повітря приміщення	Теплоносій — вода:				
	— відсутнє;		0,81		
	— відсутнє, з центральним якісним регулюванням;		0,84		
	— відсутнє, з підтриманням середнього значення різниці температур (наприклад, підлогове опалення 55/50);		0,86		
	— за усередненою (характерною) температурою приміщень будівлі;		0,88		
	— двопозиційне або П-регулювання*;		0,93		
	— ПІ-регулювання**		0,95		
	Електроопалення:				
	— двопозиційне;		0,91		
	— ПІ-регулювання**		0,93		
Тип системи	Підлогове опалення:				
	— з вологою підлогою;	1		0,93	
	— з сухою підлогою;	1		0,96	
	— з сухою підлогою та незначним покриттям.	1		0,98	
	Стінове опалення	0,96		0,93	
	Стельове опалення	0,93		0,93	

Кінець таблиці 19

Впливовий чинник		Складові загального рівня ефективності			
		η_{str}	η_{ctr}	η_{emb1}	η_{emb2}
Специфічні тепловтрати через прилеглі до опалювальних панелей поверхні	Нагрівальна панель без забезпечення мінімальної теплоізоляції згідно з ДБН В.2.5-67 [3]				0,86
	Нагрівальна панель із забезпеченням мінімальної теплоізоляції згідно з ДБН В.2.5-67 [3]				0,95
	Нагрівальна панель з кращою на 100 % теплоізоляцією, ніж необхідно, згідно з ДБН В.2.5-67 [3]				0,99
[*] Пропорційне регулювання. ^{**} Пропорційне інтегральне регулювання.					

Складову загального рівня ефективності, яка враховує питомі втрати зовнішніх огорожень η_{emb} , визначають за даними основних впливових чинників — «система» та «питомі тепловтрати через прилеглу поверхню» за формулою:

$$\eta_{emb} = (\eta_{emb1} + \eta_{emb2})/2. \quad (106)$$

Коефіцієнт, що враховує гідравлічне налагодження системи f_{hydr} , визначають згідно з даними таблиці 18.

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку, приймають $f_{rad} = 1,0$.

15.4.2.5 Ефективність електроопалення; приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Таблиця 20 — Ефективність електроопалення; приміщення заввишки не більше ніж 4 м

Впливовий чинник		Сумарна ефективність η_{em}
Розташування опалювальних приладів біля зовнішніх стін	Пряме електроопалення з П-регулюванням [*] (1 К ^{**})	0,91
	Пряме електроопалення з ПІ-регулюванням ^{***} та оптимізацією	0,94
	Акумуляційне нерегульоване без залежності від зовнішньої температури повітря зарядки та статичної/динамічної розрядки	0,78
	Акумуляційне з П-регулюванням [*] (1 К ^{**}) і залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою, а також статичною/динамічною розрядкою	0,88
	Акумуляційне з ПІД-регулюванням ^{****} та оптимізацією, а також залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною й тривалою динамічною розрядкою	0,91
Розташування опалювальних приладів біля внутрішніх стін	Пряме електроопалення з П-регулюванням (1 К ^{**})	0,88
	Пряме електроопалення з ПІ-регулюванням ^{***} та оптимізацією	0,91
	Акумуляційне нерегульоване без залежності від зовнішньої температури повітря зарядки та статичної/динамічної розрядки	0,75
	Акумуляційне з П-регулюванням [*] (1 К ^{**}) та залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною/динамічною розрядкою	0,85
	Акумуляційне з ПІД-регулюванням ^{****} та оптимізацією, а також залежною від зовнішньої температури повітря зарядкою та статичною й тривалою динамічною розрядкою	0,88
[*] Пропорційне регулювання. ^{**} Точність регулювання температури (у градусах Кельвіна). ^{***} Пропорційне інтегральне регулювання. ^{****} Пропорційне інтегральне додаткове регулювання.		

Коефіцієнт, що враховує променеву складову: $f_{rad} = 1,0$.

Коефіцієнт, що враховує змінний тепловий режим: $f_{im} = 0,97$ (застосовують у системах з інтегрованим зворотним зв'язком).

15.4.2.6 Ефективність повітряного опалення нежитлових будівель з приміщеннями заввишки не більше ніж 4 м

Таблиця 21 — Ефективність повітряного опалення нежитлових будівель з приміщеннями заввишки не більше ніж 4 м

Конфігурація системи	Регульований параметр	Сумарна ефективність, η_{em}	
		низький рівень регулювання	високий рівень регулювання
Догрівання припливного повітря (доводчиками)	Температура повітря приміщення	0,82	0,87
	Температура повітря приміщення (багаторівневе регулювання температури припливного повітря)	0,88	0,90
	Температура витяжного повітря	0,81	0,85
Догрівання рециркуляційного повітря (у розподільниках, вентиляторах-конвекторах)	Температура повітря приміщення	0,89	0,93

15.4.2.7 Ефективність систем опалення у приміщеннях заввишки більше ніж 4 м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом)

Таблиця 22 — Ефективність систем опалення у приміщеннях заввишки більше ніж 4 м (будівлі зі значним внутрішнім об'ємом)

Впливовий чинник			Складові загального рівня ефективності					
			η_{str}				η_{ctr}	η_{emb}
			4 м	6 м	8 м	12 м		
Регулювання температури приміщення	Відсутнє						0,86	
	Двопозиційне регулювання						0,93	
	П-регулювання* (2 К ^{**})						0,93	
	П-регулювання* (1 К ^{**})						0,95	
	ПІ-регулювання***						0,97	
	ПІ-регулювання*** з оптимізацією						0,99	
Система опалення	Радіаторна		0,98	0,94	0,88	0,83		1
	Повітряна без додаткової вертикальної рециркуляції	Горизонтальне витікання	0,98	0,94	0,88	0,83		1
		Вертикальне витікання	0,99	0,96	0,91	0,87		1

Кінець таблиці 22

Впливовий чинник			Складові загального рівня ефективності					
			η _{str}				η _{ctr}	η _{emb}
			4 м	6 м	8 м	12 м		
	Повітряна з додатковою вертикальною рециркуляцією	Горизонтальне витікання	0,99	0,97	0,94	0,91		1
		Вертикальне витікання	0,99	0,98	0,96	0,93		1
	Водяними опалювальними панелями		1,00	0,99	0,97	0,96		1
	Випромінювачами трубчатими		1,00	0,99	0,97	0,96		1
	Випромінювачами світлыми		1,00	0,99	0,97	0,96		1
	Підлогове опалення (високий рівень теплового захисту)	Нагрівальні елементи, убудовані в підлогу	1,00	0,99	0,97	0,96		0,95
		Нагрівальні елементи, термічно незв'язані з підлогою						1
* Пропорційне регулювання. ** Точність регулювання температури (у градусах Кельвіна). *** Пропорційне інтегральне регулювання.								

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку: $f_{rad} = 0,85$ — для водяних опалювальних панелей, випромінювачів світлих, випромінювачів трубчатих та підлогового опалення.

Енергетичні параметри ефективності систем опалення великих внутрішніх об'ємів та коефіцієнт f_{rad} представлені середніми значеннями для систем опалення та типів обладнання, котрі приблизно також можуть бути застосованими для компонувань, які відрізняються від наведених.

15.4.2.8 Ефективність систем у приміщеннях заввишки більше ніж 10 м

Таблиця 23 — Ефективність систем у приміщеннях заввишки більше ніж 10 м

Впливовий чинник			Складові загального рівня ефективності				
			η_{str}			η_{ctr}	η_{emb}
			12 м	15 м	20 м		
Регулювання температури приміщення	Відсутнє					0,80	
	Двопозиційне регулювання					0,93	
	П-регулювання* (2 К ^{**})					0,93	
	П-регулювання* (1 К ^{**})					0,95	
	ПІ-регулювання***					0,97	
	ПІ-регулювання*** з оптимізацією					0,99	

Кінець таблиці 23

Впливовий чинник			Складові загального рівня ефективності					
			η_{str}			η_{ctr}	η_{emb}	
			12 м	15 м	20 м			
Система опалення	Повітряна <u>без</u> додаткової вертикальної рециркуляції		Горизонтальне витікання	0,78	0,72	0,63		1
			Вертикальне витікання	0,84	0,78	0,71		1
	Повітряна <u>з</u> додатковою вертикальною рециркуляцією		Горизонтальне витікання	0,88	0,84	0,72		1
			Вертикальне витікання	0,91	0,88	0,83		1
	Водяними опалювальними панелями			0,94	0,92	0,89		1
	Випромінювачами трубчатими			0,94	0,92	0,89		1
	Випромінювачами світлими			0,94	0,92	0,89		1
Система опалення	Підлогове опалення (високий рівень теплового захисту)	Нагрівальні елементи, убудовані в підлогу	0,94	0,92	0,89		0,95	
		Нагрівальні елементи, термічно незв'язані з підлогою					1	
* Пропорційне регулювання. ** Точність регулювання температури (у градусах Кельвіна). *** Пропорційне інтегральне регулювання.								

Коефіцієнт, що враховує променеву складову теплового потоку: $f_{rad} = 0,85$ — для водяних опалювальних панелей, випромінювачів світлих, випромінювачів трубчатих та підлогового опалення.

Енергетичні параметри ефективності систем опалення великих внутрішніх об'ємів та коефіцієнт f_{rad} представлені середніми значеннями для систем опалення та типів обладнання, котрі приблизно також можуть бути застосованими для компанувань, які відрізняються від наведених.

Для системи повітряного опалення з високим коефіцієнтом ежекції повітророзподілення:

— складові енергоефективності визначають осередненням параметрів для систем з горизонтальним або вертикальним витіканням;

— визначають загальний рівень ефективності η_{em} згідно з формулою (104).

15.4.3 Додаткова енергія підсистеми тепловіддачі/виділення

15.4.3.1 Додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення — це зазвичай електрична енергія, яку використовують для вентиляторів, що сприяють тепловіддачі (фанкойли/конвектори), запірно-регулювальної арматури та управління тощо.

15.4.3.2 Для розраховування додаткової енергії для кожного електричного пристрою підсистеми тепловіддачі/виділення потрібно визначити такі дані:

- споживання електроенергії;
- тривалість роботи;
- частину електричної енергії, конвертовану в теплоту та віддану в опалюваний об'єм.

15.4.3.3 Розрахунок додаткової енергії для підсистеми тепловіддачі/виділення необхідно проводити згідно з ДСТУ EN 15316-2.

15.4.3.4 Оскільки додаткова енергія (електрична), яка конвертується в теплоту, віддану в опалюваний об'єм, є незначною відносно загального енергоспоживання системи, то метод, визначений цим стандартом, не враховує її для розраховування енергії входу до підсистеми тепловіддачі/виділення.

15.4.4 Енергія входу до підсистеми тепловіддачі/виділення

Енергію входу, що необхідна для підсистеми тепловіддачі/виділення, розраховують за формулою:

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out,i} - k \cdot W_{H,em,aux,i} + Q_{H,em,ls,nrvd,i} \quad (107)$$

- де $Q_{H,em,in,i}$ — енергія входу, що необхідна для підсистеми тепловіддавання впродовж i -го місяця, Вт·год;
 $Q_{H,em,out,i}$ — енергія виходу підсистеми тепловіддачі за i -й місяць, дорівнює енергопотребі $Q_{H,nd,i}$ для визначеного комбінування зон, що обслуговує ця підсистема тепловіддачі, Вт·год;
 k — коефіцієнт для розраховування утилізованої частини додаткової енергії впродовж i -го місяця, показує, що частину додаткової енергії можна утилізувати безпосередньо в підсистемах тепловіддачі як теплоту; приймають $k = 0,8 \cdot \eta_{H,gn,i}$
 $W_{H,em,aux}$ — додаткова енергія впродовж i -го місяця, Вт·год;
 $Q_{H,em,ls,nrvd,i}$ — неутілізовані тепловтрати для підсистеми тепловіддачі впродовж i -го місяця, Вт·год, що розраховують за формулою:

$$Q_{H,em,ls,nrvd,i} = Q_{H,em,ls,i} - Q_{H,em,ls,rvd,i} \quad (108)$$

- де $Q_{H,em,ls,i}$ — загальні тепловтрати підсистем тепловіддачі впродовж i -го місяця, які вважають 100 % придатними для утилізування, Вт·год, розраховані згідно з 15.4.2;
 $Q_{H,em,ls,rvd,i}$ — утилізовані тепловтрати підсистем тепловіддачі впродовж i -го місяця, Вт·год, що розраховують за формулою:

$$Q_{H,em,ls,rvd,i} = Q_{H,em,ls,i} (0,8 \cdot \eta_{H,gn,i}), \quad (109)$$

- де $\eta_{H,gn,i}$ — безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення впродовж i -го місяця, розрахований згідно з 12.2.

Тоді формула (107) з урахуванням додаткової енергії може бути перетворена так:

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out,i} - k W_{H,em,aux,i} + (1 - 0,8 \cdot \eta_{H,gn,i}) \cdot Q_{H,em,ls,i} \quad (110)$$

або формулу (110) без урахування додаткової енергії можна спростити:

$$Q_{H,em,in,i} = Q_{H,em,out,i} + (1 - 0,8 \cdot \eta_{H,gn,i}) \cdot Q_{H,em,ls,i} \quad (111)$$

15.5 Загальне енергоспоживання підсистеми розподілення під час опалення

15.5.1 Загальні положення

15.5.1.1 Процедура розрахунку енергоспоживання підсистеми розподілення базується на спрощеному методі відповідно до ДСТУ EN 15316-2, що містить розрахунок:

- тепловтрат системи (утилізаційні та утилізовані);
- додаткову енергію;
- утилізовану додаткову енергію.

15.5.1.2 Тепловтрати систем розподілення (трубопроводів як опалення, так і гарячого водопостачання) або їхніх частин, розташованих в опалюваному приміщенні, можна утилізувати для опалення приміщення, а тому їх вважають утилізаційними. У неопалюваному приміщенні тепловтрати трубопроводів не є утилізаційними.

15.5.2 Тепловтрати підсистеми розподілення

15.5.2.1 Тепловтрати підсистем розподілення впродовж i -го місяця, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{H,dis,ls,i} = \sum \Psi_{L,j} \cdot (\theta_{m,i} - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an,i} \quad (112)$$

- де $\Psi_{L,j}$ — лінійний коефіцієнт теплопередачі j -го трубопроводу, Вт/(м·К);
 $\theta_{m,i}$ — середня температура теплоносія в зоні упродовж i -го місяця, °C; визначають за температурним графіком регулювання теплоносія за погодними умовами за середньомісячної температури зовнішнього середовища відповідного місяця (табл. А.2 додатка А). Спосіб та приклад розрахунку $\theta_{m,i}$ наведено у В.13.4;
 θ_i — температура навколишнього середовища, °C;
 L — довжина трубопроводу, м;
 j — індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами;
 $t_{op,an,i}$ — години опалення упродовж i -го місяця, год.

15.5.2.1.1 Для розраховування будь-яких тепловтрат підсистеми розподілення необхідно знати такі параметри:

- довжину секцій трубопроводів;
- розміри трубопроводів;
- товщину теплоізоляції або лінійний коефіцієнт теплопередачі;
- кількість елементів запірно-регулювальної арматури (клапанів, включаючи фланці тощо);
- середню температуру теплоносія;
- середню температуру в неопалюваних та опалюваних об'ємах;
- тривалість опалювального періоду (часи роботи за місяць).

15.5.2.1.2 Довжина секцій трубопроводів, розміри трубопроводів та товщина теплоізоляції

Ці параметри необхідні для розрахунку тепловтрат на різних секціях трубопроводів та розрахунку загальних тепловтрат підсистеми розподілення. Параметри приймають за даними проекту або вимірюють безпосередньо на місці.

15.5.2.2 Лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводів Ψ

15.5.2.2.1 Загальні положення щодо розраховування лінійного коефіцієнта теплопередачі трубопроводів визначені згідно з ДСТУ EN 15316-2.

15.5.2.2.2 Лінійний коефіцієнт теплопередачі ізольованих (Ψ_{ins}) та неізольованих (Ψ_{non}) трубопроводів до повітря з урахуванням загального коефіцієнта тепловіддачі, що охоплює враховує конвекцію та випромінювання зовнішньої поверхні, Вт/(м·К), розраховують за формулами:

$$\Psi_{ins} = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2\lambda_d} \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{d_a h_a} \right)}; \quad (113)$$

$$\Psi_{non} = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2\lambda_p} \ln \frac{d_{p,a}}{d_{p,i}} + \frac{1}{h_a d_{p,a}} \right)} \text{ або}$$

спрощено:

$$\Psi_{non} = h_a \pi d_{p,a}, \quad (114)$$

- де d_a — зовнішній діаметр трубопроводу з теплоізоляцією, м;
 d_i — внутрішній діаметр трубопроводу без теплоізоляції, м;
 h_a — загальний коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні (конвекцією та випромінюванням), Вт/(м²·К), приймають $h_a = 8$ Вт/(м²·К) — для ізольованих трубопроводів та $h_a = 14$ Вт/(м²·К) — для неізольованих трубопроводів;
 λ_d — теплопровідність теплоізоляційного матеріалу, Вт/(м·К);
 λ_p — теплопровідність матеріалу трубопроводу, Вт/(м·К);
 $d_{p,i}$, $d_{p,a}$ — внутрішній та зовнішній діаметр неізольованого трубопроводу відповідно, м.

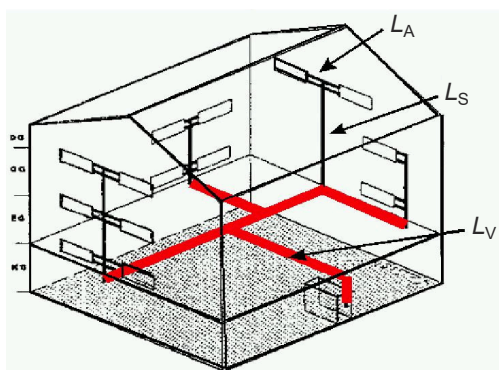
15.5.2.2.3 За відсутності точних даних дозволено використовувати значення лінійного коефіцієнта теплопередачі Ψ згідно з даними таблиці 24.

Таблиця 24 — Типові значення лінійного коефіцієнта теплопередачі Ψ , Вт/(м·К), для нових та наявних будівель

	Ψ_L , Вт/(м·К), для розподільної системи		
	Секція L_V	Секція L_S	Секція L_A
1	2	3	4
Ізольовані відкрито прокладені трубопроводи			
Товщина теплоізоляції приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводу (будівлі побудовані після 2014 року)	0,2	0,3	0,4
Товщина теплоізоляції приблизно дорівнює половині зовнішнього діаметра трубопроводу (будівлі побудовані у 1980—1995 роках)	0,3	0,4	0,4
Будівлі побудовані до 1980 року	0,4	0,4	0,4
Неізольовані трубопроводи			
$A_f \leq 200$ м ²	1,0	1,0	1,0

Кінець таблиці 24

1	2	3	4
$200 \text{ м}^2 < A_f \leq 500 \text{ м}^2$	2,0	2,0	2,0
$A_f > 500 \text{ м}^2$	3,0	3,0	3,0
Трубопроводи, прокладені у зовнішніх стінах	Загальні/які утилізують ^a		
Зовнішні стіни нетеплоізовані	1,35/0,80		
Зовнішні стіни із зовнішньою теплоізоляцією	1,00/0,90		
Зовнішні стіни нетеплоізовані, але мають значний опір теплопередачі ($R \geq 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$)	0,75/0,55		
Примітка 1. Для правил визначення L_V , L_S , L_A (див. рисунок 7).			
Примітка 2. A_f — кондиціонована площа будівлі.			
^a Загальні — загальні тепловтрати трубопроводу; які утилізують — тепловтрати трубопроводу, які утилізують.			



Умовні позначки:

- L_V — довжина трубопроводу між теплогенератором та стояками. Цей (горизонтальний) трубопровід може бути розташований в неопалюваному об'ємі (підвал, горище), або в опалюваному об'ємі;
- L_S — довжина вертикальних трубопроводів (стояки). Ці трубопроводи можуть бути прокладені в будь-яких опалюваних об'ємах, у зовнішніх стінах або всередині будівлі. У них завжди циркулює теплоносій;
- L_A — з'єднувальні трубопроводи (вузли об'язки). У цих трубопроводах витрата теплоносія є регульованою тепловіддавальною складовою системи в опалюваних об'ємах.

Рисунок 7 — Типи трубопроводів теплорозподільної складової системи

15.5.2.3 Еквівалентна довжина запірно-регульовальної арматури

Для врахування тепловтрат у запірно-регульовальній арматурі та засобах кріплення трубопроводів додають:

- для неізолюваної арматури — 2 % довжини трубопроводу;
- для ізолюваної арматури — 1 % довжини трубопроводу;
- для неізолюваних засобів кріплення — 3 % довжини трубопроводу;
- для ізолюваних засобів кріплення — 1 % довжини трубопроводу.

15.5.3 Утилізовані та неутілізовані тепловтрати

Розраховують з такою послідовністю:

1. Визначають секції, де тепловтрати вважають непридатними для утилізації (неутилізаційними). До неутилізаційних тепловтрат системи належать втрати підсистеми розподілення (або їхніх частин), розташовані в неопалюваних об'ємах, які неможливо утилізувати. Тепловтрати трубопроводів, що містяться в усіх неопалюваних об'ємах, вважають неутилізаційними.

2. Розраховують неутилізаційні $Q_{H,dis,ls,nrbl,i}$ тепловтрати.

Розрахування тепловтрат в неопалюваних об'ємах $Q_{H,dis,ls,nrbl,i}$ здійснюють згідно з 15.5.2.

3. Визначають ті секції, де тепловтрати вважають утилізаційними.

В усіх опалюваних об'ємах тепловтрати трубопроводів вважають утилізаційними.

4. Розраховують утилізаційні $Q_{H,dis,ls,rbl,i}$ тепловтрати.

Розрахування тепловтрат в опалюваних об'ємах $Q_{H,dis,ls,rbl,i}$ здійснюють згідно з 15.5.2.

5. Розраховують утилізовані $Q_{H,dis,ls,rnd,i}$ тепловтрати.

Утилізовані тепловтрати розраховують за формулою:

$$Q_{H,dis,ls,rvd,i} = Q_{H,dis,ls,rbl,i} \cdot 0,9 \cdot \eta_{H,gn,i} \quad (115)$$

де $\eta_{H,gn,i}$ — безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення впродовж i -го місяця, розрахований згідно з 12.2.

6. Розраховують неутілізовані $Q_{H,dis,ls,nrvd,i}$ тепловтрати.

Неутілізовані тепловтрати — це сума неутілізаційних тепловтрат системи розподілення в неопалюваних об'ємах та різниці між утилізаційними та утилізованими тепловтратами в опалюваних (кондиціонованих) об'ємах, що розраховують за формулою:

$$Q_{H,dis,ls,nrvd,i} = Q_{H,dis,ls,nrbl,i} + (Q_{H,dis,ls,rbl,i} - Q_{H,dis,ls,rvd,i}) \quad (116)$$

15.5.4 Додаткова енергія системи розподілення

15.5.4.1 Значення річної енергопотребі в додатковій енергії наведені в таблиці 25.

Таблиця 25 — Річна потреба в додатковій енергії

Річна потреба у додатковій енергії $W_{H,dis,aux,an \cdot 5000}$ кВт·год ($t_{op,an} = 5\,000$ годин роботи опалення)						
$A_{f,z}, \text{ м}^2$	Генератори зі стандартним об'ємом води			Генератори зі зменшеним об'ємом води		
	Двотрубна система з радіаторами Тип регулювання насоса:			Двотрубна система з радіаторами Тип регулювання насоса:		
	некерований	Δp_{const}	Δp_{var}	некерований	Δp_{const}	Δp_{var}
100	99	64	53	105	68	57
150	126	82	68	151	98	82
200	151	98	82	206	134	112
300	196	127	106	349	226	189
400	238	154	129	544	352	294
500	278	180	150	799	517	432
600	316	205	171	915	592	495
700	354	229	192	1021	661	553
800	391	253	211	1125	728	609
900	427	276	231	1226	794	664
1 000	463	299	250	1326	858	718
$A_{f,z}, \text{ м}^2$	Двотрубна система з підлоговим опаленням Тип регулювання насоса:			Двотрубна система з підлоговим опаленням Тип регулювання насоса:		
	некерований	Δp_{const}	Δp_{var}	некерований	Δp_{const}	Δp_{var}
100	193	125	105	198	128	107
150	246	159	133	263	170	142
200	294	190	159	333	215	180
300	379	245	205	497	322	269
400	458	296	248	709	459	384
500	532	344	288	979	634	530
600	602	390	326	1 122	726	607
700	671	434	363	1 254	812	679
800	738	477	399	1 384	895	749
900	803	520	435	1 510	977	817
1 000	867	561	469	1 635	1 058	885

Кінець таблиці 25

Річна потреба у додатковій енергії $W_{H,dis,aux,an} \cdot 5000$ кВт·год ($t_{op,an} = 5\,000$ годин роботи опалення)						
$A_{f,z}, \text{ м}^2$	Генератори зі стандартним об'ємом води			Генератори зі зменшеним об'ємом води		
	Двотрубна система з радіаторами Тип регулювання насоса:			Двотрубна система з радіаторами Тип регулювання насоса:		
	некерований	Δp_{const}	Δp_{var}	некерований	Δp_{const}	Δp_{var}
$A_{f,z}, \text{ м}^2$	Однотрубна система з радіаторами Тип регулювання насоса: некерований			Однотрубна система з радіаторами Тип регулювання насоса: некерований		
100	109			115		
150	141			164		
200	170			222		
300	224			369		
400	274			568		
500	323			827		
600	370			950		
700	417			1 063		
800	463			1 174		
900	509			1 283		
1 000	554			1 390		
Примітка 1. $A_{f,z}$ — площа кондиціонованої зони (A_f), що обслуговує один насос (один насос максимум на 1 000 м² зони). Примітка 2. Для кондиціонованої площі зони, що відрізняється від наведених у таблиці значень, річну потребу в додатковій енергії необхідно визначати методом інтерполяції. Примітка 3. Для іншої кількості годин опалювального періоду за рік, ніж $t_{op,an} = 5\,000$ годин, річну потребу в додатковій енергії $W_{H,dis,aux,an}$ визначають, враховуючи табличні значення, наведені в таблиці, з множенням їх на коефіцієнт $f = t_{op,an}/5\,000$, де: $t_{op,an}$ — опалювальний період у годинах за рік, год.						

15.5.4.2 Врахування змінного режиму опалення в річній потребі додаткової енергії $W_{H,dis,aux,an}$ здійснюють згідно з даними таблиці 25 множенням їх на коефіцієнт $f_{im,an}$, який визначають так:

— нормальний режим з 06:00 до 22:00 години кожної доби та черговий режим упродовж решти часу: $f_{im,an} = 0,87$; якщо насос вимкнений у черговому режимі, то $f_{im,an} = 0,69$;

— нормальний режим з 06:00 до 22:00 години з понеділка до п'ятниці та черговий режим упродовж решти часу: $f_{im,an} = 0,87$; якщо насос вимкнений у черговому режимі, то $f_{im,an} = 0,60$.

Річну потребу в додатковій енергії розраховують (відповідно до даних таблиці 25 та приміток до неї) за формулою:

$$W_{H,dis,aux,an} = f_{im,an} W_{H,dis,aux,an,5000} (A_f/A_{f,z}) (t_{op,an}/5\,000). \quad (117)$$

15.5.5 Утилізаційні та утилізовані тепловтрати від додаткової енергії

15.5.5.1 Загальні положення щодо розраховування утилізаційних та утилізованих тепловтрат від додаткової енергії визначені згідно з ДСТУ EN 15316-2.

15.5.5.2 Метод, визначений цим стандартом для цілей сертифікування енергоефективності згідно з нормативними вимогами, не враховує утилізаційні та утилізовані тепловтрати від додаткової енергії для підсистеми розподілення.

15.5.6 Енергія входу в підсистему розподілення

Енергію входу, необхідну для підсистеми розподілення, Вт·год, визначають за формулою:

$$Q_{H,dis,in,i} = Q_{H,dis,out,i} + Q_{H,dis,ls,nrvd,i} \quad (118)$$

де $Q_{H,dis,out,i}$ — енергія виходу з підсистеми розподілення упродовж i -го місяця, дорівнює енергії входу до підсистеми тепловіддачі $Q_{H,em,in,i}$ для певного комбінування зон, що обслуговує та сама підсистема розподілення, визначена згідно з 15.4.4, Вт·год;

$Q_{H,dis,ls,nrvd,i}$ — неутілізовані тепловтрати підсистеми розподілення упродовж i -го місяця, Вт·год, визначені згідно з 15.5.3.

15.6 Підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти

15.6.1 Енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти

Для цілей стандарту прийнято, що загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти дорівнює енергії входу в підсистему розподілення:

$$Q_{H,gen,out,i} = Q_{H,dis,in,i} \quad (119)$$

де $Q_{H,gen,out,i}$ — енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж i -го місяця, Вт·год;

$Q_{H,dis,in}$ — енергія входу в підсистему розподілення упродовж i -го місяця, Вт·год, визначена згідно з 15.5.6.

15.6.2 Тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти

15.6.2.1 Загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж i -го місяця, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{H,gen,ls,i} = Q_{H,gen,out,i} (1 - \eta_{H,gen}) / \eta_{H,gen} \quad (120)$$

де $\eta_{H,gen}$ — коефіцієнт ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти;

$Q_{H,gen,out,i}$ — енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж i -го місяця, Вт·год, визначена згідно з 15.6.1.

15.6.2.2 Коефіцієнт ефективності підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти $\eta_{H,gen}$ приймають згідно з даними таблиці 26.

15.6.2.3 Енергоефективність підсистем акумулювання уводять в ефективність підсистем виробництва/генерування. У тому випадку, коли підсистема виробництва/генерування та акумулювання сформована більше ніж з одного типу генератора/трансформатора, розраховувати потрібно окремо для кожної частини з відповідною ефективністю (наприклад, 50 % виходу енергії від підсистеми виробництва/генерування покриває котел на легкому сорті мазуту, а 50 % — тепловий насос з передаванням теплоти від повітря до повітря).

Таблиця 26 — Значення коефіцієнта ефективності виробництва/генерування теплоти

Енергоносії/послуга	Джерело теплозабезпечення	Коефіцієнт ефективності		
		До 1994	1994—2008	Починаючи з 2008
1	2	3	4	5
Невідновлюваний				
Вугілля	Вугільні котли з ручним керуванням	0,53	0,55	0,57
Вугілля	Вугільні котли з автоматичним керуванням, подаванням палива та регулюванням температури	0,52	0,56	0,60
Вугілля	Кахельні печі	0,48	0,52	0,54
Природний і скраплений вуглеводневий газ (LPG)	Газовий кімнатний конвектор	0,63	0,67	0,71
Природний і скраплений вуглеводневий газ (LPG)	Котел з автоматичною або ручною функцією увімк/вимк	0,69	0,70	0,71
Природний і скраплений вуглеводневий газ (LPG)	Котли на газоподібному або рідкому паливі з відкритою камерою згоряння (атмосферні пальники) та двопозиційним регулюванням	0,74	0,76	0,78
Природний і скраплений вуглеводневий газ (LPG)	Котел із закритою камерою згоряння та модульованим пальником	0,71	0,74	0,77
Природний і скраплений вуглеводневий газ (LPG)	Двоконтурний котел з модульованим пальником	0,69	0,74	0,76
Природний і скраплений вуглеводневий газ (LPG)	Газові конденсаційні котли з номінальною потужністю: а) до 50 кВт (70/55 °C) б) до 50 кВт (55/45 °C) в) від 50 до 120 кВт г) від 50 до 120 кВт д) від 120 до 1 200 кВт е) від 120 до 1 200 кВт	0,87	0,89	0,90
		0,91	0,93	0,95
		0,92	0,94	0,96
		0,93	0,95	0,97
		0,92	0,94	0,96
		0,94	0,96	0,98
Природний і скраплений вуглеводневий газ (LPG)	Теплові насоси типу повітря/вода, компресор з газотурбінним приводом: а) 55/45 °C б) 35/28 °C	1,30 1,40		
		1,30 1,40		
Рідке паливо та легкий сорт мазуту	Котел з автоматичною або ручною функцією увімк/вимк	0,65	0,68	0,70

Продовження таблиці 26

1	2	3	4	5
Рідке паливо та легкий сорт мазуту	Багатоконтурний котел з автоматичною або ручною функцією увімк/вимк	0,69	0,72	0,75
Рідке паливо та легкий сорт мазуту	Котел з модульованим пальником	0,72	0,76	0,78
Рідке паливо та легкий сорт мазуту	Низькотемпературний котел	0,72	0,75	0,78
Рідке паливо та легкий сорт мазуту	Конденсаційний котел	0,74	0,77	0,79
В'язкий сорт мазуту	Паровий котел	0,67	0,70	0,72
Природний і скраплений вуглеводневий газ (LPG)	Теплові насоси типу гліколь/вода, компресор з газотурбінним приводом: а) 55/45 °C б) 35/28 °C	1,40 1,60		
	Теплові насоси типу гліколь/вода, абсорбційні, компресор з газотурбінним приводом: а) 55/45 °C б) 35/28 °C	1,40 1,60		
	Теплові насоси типу повітря/повітря, компресор з газотурбінним приводом	1,30		
	Теплові насоси типу повітря/повітря, абсорбційні, компресор з газотурбінним приводом	1,30		
Електроенергія	Електричні проточні водонагрівачі	0,94		
Електроенергія	Електричні прилади прямого нагрівання: конвектори, поверхнєве опалення, променєве опалення, нагрівальний підлоговий кабель	0,99		
Електроенергія	Теплові насоси типу вода/вода, компресор з електроприводом: а) 55/45 °C б) 35/28 °C	3,60 4,00		
Електроенергія	Теплові насоси типу гліколь/вода, компресор з електроприводом: а) 55/45 °C б) 35/28 °C	3,50 4,00		
	Теплові насоси типу пряме випаровування у ґрунті/вода, компресор з електроприводом: а) 55/45 °C б) 35/28 °C	3,50 4,00		
	Теплові насоси типу пряме випаровування у ґрунті/пряма конденсація в нагрівальних установках, компресор з електроприводом	4,00		
	Теплові насоси типу повітря/вода, компресор з електроприводом: а) 55/45 °C б) 35/28 °C	2,60 3,00		
	Теплові насоси типу повітря/повітря, компресор з електроприводом:	3,00		

Продовження таблиці 26

1	2	3	4	5
Відновлюваний				
Біомаса	Піч/камін з ручним подаванням	0,48	0,52	0,54
	Котли на біомасі (солома), з ручним керуванням, потужністю:			
	а) до 100 кВт	0,62	0,66	0,70
	б) понад 100 кВт	0,70	0,76	0,84
	Котли на біомасі (деревина: поліна, брикети, пелети, тріски), з ручним керуванням, потужністю до 100 кВт	0,62	0,66	0,68
	Котли на біомасі (солома) автоматичні потужністю:			
	а) до 100 кВт	0,62	0,68	0,72
	б) від 100 кВт до 600 кВт	0,72	0,76	0,84
	Котли на біомасі (деревина: поліна, брикети, пелети, тріски), автоматичні з механічним подаванням палива, потужністю:			
	а) до 100 кВт	0,62	0,68	0,72
	б) від 100 кВт до 600 кВт	0,72	0,76	0,84
	в) понад 600 кВт	0,74	0,80	0,85
	Котел на біомасі газифікований	0,62	0,66	0,68
Централізований				
Централізоване тепlopостачання	Постійна температура теплоносія без коригування в ІТП	0,50	0,50	0,50
Централізоване тепlopостачання	Центральне якісне регулювання за температурним графіком 110 °С або вище зі зрізкою без коригування в ІТП	0,62	0,62	0,62
Централізоване тепlopостачання	Центральне якісне регулювання за температурним графіком до 110 °С зі зрізкою без коригування в ІТП	0,70	0,70	0,70
Централізоване тепlopостачання	Центральне якісне регулювання за температурним графіком 95 °С та нижче, без регулювання теплового потоку в ІТП або з регулюванням, залежним від погодних умов в ІТП низької ефективності (без обмеження максимальної витрати автоматичними засобами)	0,86	0,86	0,86
Централізоване тепlopостачання	Центральне якісне регулювання та ІТП з регулюванням теплового потоку, залежним від погодних умов та обмеженням максимальної витрати автоматичними засобами	0,93	0,93	0,93
Централізоване тепlopостачання	Центральне якісне регулювання, проміжне якісно-кількісне регулювання з урахуванням транспортного запізнювання мережі і з регулюванням теплового потоку, залежним від погодних умов в ІТП та обмеженням максимальної витрати автоматичними засобами	0,95	0,95	0,96
Централізоване тепlopостачання	Центральне якісно-кількісне регулювання відповідно до попиту, проміжне якісно-кількісне регулювання з урахуванням транспортного запізнювання мережі, регулюванням теплового потоку, залежним від погодних умов в ІТП з корегуванням відповідно до термодинамічних властивостей будівлі, теплонадходжень та попиту, з обмеженням максимальної витрати автоматичними засобами	—	—	0,99

Кінець таблиці 26

1	2	3	4	5
Централізоване тепlopостачання	Система гарячого водопостачання з регулюванням або без нього в ЦТП	0,64	0,64	0,64
Централізоване тепlopостачання	Система гарячого водопостачання зі швидкісним теплообмінником в ІТП та регулюванням температури пристроєм прямої дії	0,68	0,70	0,70
Централізоване тепlopостачання	Система гарячого водопостачання зі швидкісним теплообмінником в ІТП та регулюванням теплового потоку за розкладом, без обмеження максимальної витрати автоматичними засобами	0,70	0,74	0,76
Централізоване тепlopостачання	Малі (квартирні) теплові пункти	—	—	0,97
Централізоване тепlopостачання	Система гарячого водопостачання зі швидкісним теплообмінником, акумулюванням в ІТП та регулюванням теплового потоку за розкладом, з обмеженням максимальної витрати автоматичними засобами	0,95	0,95	0,96

Примітка 1. Для теплових насосів наведено значення коефіцієнта сезонної ефективності. Для інших джерел тепла, за винятком тих, що живляться електроенергією, наведено ефективність, пов'язану з теплотворною здатністю палива.

Примітка 2. Визначення (якщо не зазначено іншого):

— **Котел:** комбінована котельно масоспалювальна установка, призначена для передавання отриманої від спалювання теплоти до води чи пари. Максимальну теплопродуктивність має закладати та гарантувати виробник (винятки з цього визначення становлять установки з ручним завантаженням палива).

— **Котел низькотемпературний:** котел, який може постійно працювати з температурою води від 35 °C до 40 °C, за певних обставин можлива поява конденсації, зокрема у випадку використання конденсаційних котлів, які функціонують на рідкому паливі.

— **Конденсаційний котел:** котел, призначений для постійного конденсування значної частини водяної пари, що міститься у газоподібних продуктах згорання. Котел має сприяти виходу конденсату з теплообмінника в рідкому стані витоком (дренажем) конденсату. Ті котли, які не призначені для забезпечення виходу конденсату в рідкому стані, або ж котли, які не мають засобів для забезпечення такого виходу, називають «неконденсаційними».

— **Котел з функціями увімк/вимк:** котел, який не має здатності варіювати швидкість згорання палива під час постійного спалювання палива. До таких котлів також належать котли з можливістю вибору швидкості горіння, яку задають лише в момент їхнього установлення, і називають діапазоном швидкості горіння палива.

— **Котел плавного регулювання:** котел, який дозволяє варіювати швидкість згорання палива під час постійного горіння.

— **Одноконтурний (звичайний) котел:** котел, який не має можливості прямого подавання гарячої води до системи ГВП (тобто некомбінований котел). Такий котел може здійснювати непряме подавання гарячої води через окремий бак акумулювання гарячої води.

Примітка 3. Значення, наведені в таблиці, є консервативними. У тому випадку, якщо реальна або очікувана ефективність виробництва перевищує/значно відрізняється від наведених у таблиці величин, то це має бути відповідно доведено та задокументовано відповідно до наведених нижче стандартів та процедур.

Для котлів:

1. Якщо маркування котла проведено відповідно до [4] щодо вимог ефективності для нових котлів гарячої води, які опалюються рідким газоподібним паливом, то сезонну ефективність визначають виходячи з заявленого номінального виходу тепла та вимог до к.к.д. за часткового навантаження сезонної ефективності на основі методу типології, описаного згідно з 5.2 ДСТУ EN 15316-4-1.

2. Якщо перевірення проводять згідно з ДСТУ EN 15378-1 — використовують дані звіту про перевірення.

3. Або розраховують згідно з ДСТУ EN 15316-4-1, де метод розраховування підсистем виробництва тепла враховує тепловтрати та/або утилізування з огляду на такі фізичні чинники:

— Тепловтрати через димохід (або викиди відпрацьованих газів) впродовж усього часу роботи генератора тепла (у робочому режимі та в режимі очікування).

— Тепловтрати через оболонку генератора(-ів) впродовж усього часу роботи генератора (у робочому режимі та в режимі очікування).

— Допоміжна енергія.

Релевантність цих ефектів на енергетичні потреби залежить від:

— Типу теплогенератора(-ів).

— Розташування теплогенератора(-ів).

— К.к.д. за часткового навантаження.

— Експлуатаційних умов (температура, регулювання тощо).

— Стратегії регулювання (увімк/вимк багатоконтурна, плавного регулювання (модулювання), каскадна тощо).

Для інших генераторів/трансформаторів використовують методики згідно з ДСТУ EN 15316-4-1, ДСТУ EN 15316-4-2, ДСТУ EN 15316-4-3 та ДСТУ EN 15316-4-5.

15.7 Споживання теплової енергії під час опалення

15.7.1 Споживання теплової енергії під час опалення будівлі визначають за формулою:

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,ts,i} \quad (121)$$

де $Q_{H,gen,out,i}$ — енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж i -го місяця, Вт·год, визначена згідно з 15.6.1;
 $Q_{H,gen,ls,i}$ — загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж i -го місяця, Вт·год, визначені згідно з 15.6.2.

15.7.2 У тому випадку, коли підсистема виробництва/генерування та акумулювання сформована більше ніж з одного типу генератора/трансформатора, розраховування потрібно робити окремо для кожної частини з відповідною ефективністю.

15.7.3 Річне споживання теплової енергії під час опалення, кВт·год, розраховують підсумовуванням розрахованих місячних енергоспоживань за формулою:

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,use,an} = \sum_i Q_{H,use,i} / 1000. \quad (122)$$

Результати на річній основі подають і підсумовують, як зазначено в таблиці 36.

15.8 Додаткова енергія для опалення

15.8.1 Річну кількість додаткової енергії під час опалення, кВт·год, розраховують за формулою:

$$W_H = W_{H,aux,an} = \sum_i W_{H,em,aux,i} / 1000 + W_{H,dis,aux,an}, \quad (123)$$

де $W_{H,em,aux,i}$ — додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення упродовж i -го місяця, Вт·год, визначена згідно з 15.4.3;

$W_{H,dis,aux,an}$ — додаткова енергія за рік системи розподілення, кВт·год, визначена згідно з 15.5.4.

15.8.2 Відповідно до методу, визначеного цим стандартом для цілей сертифікування енергоефективності згідно з нормативними вимогами, формулу (98) може бути подано в такому вигляді:

$$W_H = W_{H,aux,an} = W_{H,dis,aux,an}. \quad (124)$$

Результати на річній основі подають і підсумовують, як зазначено в таблиці 36.

15.9 Загальне енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання

15.9.1 Енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування під час попереднього підігрівання

15.9.1.1 Загальну енергію виходу з підсистеми виробництва/генерування під час центрального попереднього підігрівання припливного повітря, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{V,pre-heat,gen,out} = (\sum_m Q_{ve,pre-heat,m}) / \eta_{V,pre-heat,sys}, \quad (125)$$

де $Q_{ve,pre-heat,m}$ — енергопотреба для попереднього підігрівання для m -го місяця, кВт·год, розрахована згідно з 9.4.1;

$\eta_{V,pre-heat,sys}$ — загальна ефективність розподілення та тепловіддавання/виділення теплоти для системи попереднього підігрівання, визначена згідно з 15.9.1.2.

15.9.1.2 За відсутності точних даних загальну ефективність розподілення та виділення теплоти для систем попереднього підігрівання необхідно приймати згідно з даними таблиці 27. Порядок для детальніших розрахунків визначено згідно з ДСТУ Б EN 15241.

Таблиця 27 — Загальна ефективність розподілення і виділення теплоти для систем попереднього підігрівання

Система попереднього нагрівання	η_V
Водний нагрівальний змійовик, розподільна система менше ніж 10 м, теплоізований розподільний трубопровід	0,98
Водний нагрівальний змійовик, розподільна система менше ніж 10 м, теплонейзований розподільний трубопровід	0,96
Водний нагрівальний змійовик, розподільна система від 10 м до 30 м, теплоізований розподільний трубопровід	0,96
Водний нагрівальний змійовик, розподільна система від 10 м до 30 м, теплонейзований розподільний трубопровід	0,92

Кінець таблиці 27

Система попереднього нагрівання	η_v
Водний нагрівальний змійовик, розподільна система від 30 м до 50 м, теплоізолюваний розподільний трубопровід	0,92
Водний нагрівальний змійовик, розподільна система від 30 м до 50 м, теплонеізолюваний розподільний трубопровід	0,84
Змійовик прямого електронагрівання	1
Примітка. Наведені дані довжини розподільної системи визначені від теплогенератора до нагрівального змійовика. У випадку, якщо розподільна підсистема перевищує 50 метрів, тепловтрати в розподільній підсистемі необхідно розраховувати згідно з 15.5.2.	

15.9.2 Енергоспоживання під час попереднього підігрівання

15.9.2.1 Річне енергоспоживання під час попереднього підігрівання, кВт·год, визначають за формулою:

$$Q_{V,pre-heat,use} = Q_{V,pre-heat,gen,out} / \eta_{V,pre-heat,gen}, \quad (126)$$

де $Q_{V,pre-heat,gen,out}$ — загальна енергія виходу з підсистеми виробництва під час центрального попереднього підігрівання припливного повітря, кВт·год, визначена згідно з 15.9.1;

$\eta_{V,pre-heat,gen}$ — ефективність підсистеми виробництва системи центрального попереднього підігрівання.

15.9.2.2 Загальну ефективність підсистеми виробництва/генерування системи центрального попереднього підігрівання $\eta_{V,pre-heat,gen}$ приймають згідно з даними таблиці 26. Енергоефективність підсистем акумуляції долучають в ефективність генерацій цих підсистем.

15.9.2.3 У тих випадках, коли генераційно-акумуляційна підсистема містить генератори/трансформатори більше ніж одного виду, розраховування необхідно робити по кожній частині окремо та визначати відповідні показники ефективності.

15.9.3 Додаткова енергія під час центрального попереднього підігрівання

15.9.3.1 Метод, визначений цим стандартом для цілей сертифікування енергоефективності наявних будівель згідно з нормативними вимогами, не враховує додаткову енергію під час центрального попереднього підігрівання.

15.9.3.2 Розраховування додаткової енергії під час центрального попереднього підігрівання необхідно проводити згідно з ДСТУ Б EN 15243.

15.10 Загальне енергоспоживання під час охолодження

15.10.1 Підсистеми тепловіддачі/виділення під час охолодження

Як підсистеми тепловіддачі/виділення під час охолодження беруть до уваги обладнання, що використовують залежно від навантаження охолодження (змійовики з вентиляторним обдувом, охолоджувальні стелі, спліт-системи охолодження тощо).

15.10.1.1 Тепловтрати для підсистем тепловіддавання/виділення

Метод, визначений цим стандартом для цілей сертифікування енергоефективності згідно з нормативними вимогами, не враховує тепловтрати для підсистем тепловіддачі/виділення під час охолодження. Для детальних розраховувань необхідно керуватися методикою згідно з ДСТУ Б EN 15243.

15.10.1.2 Додаткова енергія для підсистем тепловіддачі/виділення

Додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення враховує електроенергію для вентиляторів, насосів та приладів управління охолоджувальними приладами системи охолодження.

Потребу в електроенергії $W_{C,ce,aux}$ вторинних повітряних вентиляторів для повітряного охолодження приміщень обчислюють залежно від типу й особливості конструкції пристрою. Зазначену потребу в енергії, кВт·год, що стосується приладів із багатоступеневим управлінням швидкістю (виходячи із 1 000 годин роботи вентиляторних конвекторів і 500 годин повного використання системи охолодження), розраховують за формулою:

$$W_{C,em,aux} = f_{C,em,aux} \cdot Q_{C,gen,out} \cdot t_{C,op} / 1\,000, \quad (127)$$

- де $f_{C,em,aux}$ — питома потреба в енергії вторинних вентиляторів системи охолодження, приймають згідно з даними таблиці 28;
- $Q_{C,gen,out}$ — енергія виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти, кВт·год, визначають згідно з 15.10.3.1;
- $t_{C,op}$ — тривалість часу на охолодження, год, визначена згідно з 15.3.4.

Таблиця 28 — Стандартні значення питомих потреб в енергії вентиляторів системи охолодження

Тип вентиляторів системи охолодження	$f_{C,em,aux}$ кВт·год/кВт·год
Кондиціонери повітря приміщення: внутрішні блоки системи безпосереднього охолодження з розподіленням повітря через повітроводи і вентиляційні пристрої (отвори)	0,060
Кондиціонери повітря приміщення: внутрішні блоки системи безпосереднього охолодження зі стельовими пристроями касетного типу	0,040
Кондиціонери повітря приміщення: блоки системи безпосереднього охолодження, настінні та змонтовані парпетні блоки	0,040
Вентиляторні конвектори (доводчики) з охолодженою (холодною) водою, парпетні та змонтовані стельові блоки з охолодженою (холодною) водою з температурою 7 °C	0,040
Вентиляторні конвектори (доводчики) з охолодженою (холодною) водою, парпетні та змонтовані стельові блоки з охолодженою (холодною) водою з температурою 14 °C	0,070
Вентиляторні конвектори (доводчики) з охолодженою (холодною) водою, змонтовані стельові блоки з розподіленням повітря через повітроводи, охолоджена (холодна) вода з температурою 14 °C	0,080
Примітка. Для інших типів пристроїв (наприклад, прецизійні кондиціонери, шафи клімат-контролю тощо) потрібно використовувати технічні характеристики згідно з паспортними даними підприємства-виробника. Їхню енергопотребу оцінюють на основі 1 000 годин роботи.	

15.10.1.3 Енергія входу для підсистем виділення/тепловіддачі

Енергія входу для підсистем виділення/тепловіддачі з урахуванням положень 15.10.1.1 дорівнює енергії виходу для підсистем тепловіддачі:

$$Q_{C,em,in,i} = Q_{C,em,out,i} \quad (128)$$

- де $Q_{C,em,in,i}$ — енергія входу для підсистем виділення/тепловіддачі упродовж i -го місяця, Вт·год;
- $Q_{C,em,out,i}$ — енергія виходу для підсистем виділення/тепловіддачі упродовж i -го місяця, що дорівнює енергопотребі для охолодження у даному місяці $Q_{C,nd,i}$ та для даного комбінування зон, яку обслуговує та сама підсистема виділення/тепловіддачі, Вт·год, визначена згідно з 7.2.2.

15.10.2 Підсистеми розподілення під час охолодження

15.10.2.1 Тепловтрати в підсистемах розподілення

15.10.2.1.1 Річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодження, кВт·год, визначають за формулою:

$$Q_{C,dis,ls} = Q_{C,nd} ((1 - \eta_{C,ce}) + (1 - \eta_{C,ce,sens}) + (1 - \eta_{C,d})), \quad (129)$$

- де $Q_{C,nd}$ — річні енергопотреби для охолодження, кВт·год, визначені згідно з розділом 14;
- $\eta_{C,ce}$ — ступінь утилізування теплообміну під час охолодження в системі охолодження, приймають згідно з даними таблиці 29;
- $\eta_{C,ce,sens}$ — ступінь явного утилізування теплообміну під час охолодження в системі охолодження, приймають згідно з даними таблиці 29. Ця величина враховує небажане осушення (енергію на конденсацію) в наявному устаткованні системи охолодження;
- $\eta_{C,d}$ — ступінь утилізування підсистеми розподілення, приймають згідно з даними таблиці 29.

15.10.2.1.2 Підсистеми розподілення систем охолодження зазвичай працюють із меншою температурною різницею між носієм та температурою зовнішнього охолоджуваного простору, ніж системи опалення, відтак утилізаційні втрати холоду в системі розподілення, що містяться в системі розподілення, не беруть до уваги.

Таблиця 29 — Усереднені річні коефіцієнти систем охолодження

Система охолодження	$\eta_{C,ce,sens}$	$\eta_{C,ce}$	$\eta_{C,d}$
Холодна вода 7/12	0,87	1,00	0,90
Холодна вода 8/14 (наприклад, вентиляторний конвектор)	0,90	1,00	0,90
Холодна вода 14/18 (наприклад, вентиляторний конвектор, доводчик)	1,00	1,00	1,00
Холодна вода 16/18 (наприклад, охолоджена стеля)	1,00	1,00	1,00
Холодна вода 18/20 (наприклад, активація складових будівлі)	1,00	0,90	1,00
Пряме випаровування (DX системи)	0,87	1,00	0,90 або якщо його вже було враховано для обладнання, тоді 1,00
Примітка. Коефіцієнти за інших проміжних значень температури охолодженої води на вході отримують інтерполяцією.			

15.10.2.2 Додаткова енергія для підсистем розподілення

15.10.2.2.1 Для цілей документування відповідності будівельним нормам обсяг допоміжної енергії для підсистеми розподілення (від центрального охолоджувального генератора до охолоджувальних установок у приміщеннях) розраховують за допомогою таких формул:

— нерегульований насос: $W_{C,dis,aux,an} = (1,44 \cdot A_f - 35) \cdot t_{op} / 5\,000;$ (130)

— dp постійна: $W_{C,dis,aux,an} = (0,93 \cdot A_f - 22) \cdot t_{op} / 5\,000;$ (131)

— dp змінна: $W_{C,dis,aux,an} = (0,78 \cdot A_f - 19) \cdot t_{op} / 5\,000,$ (132)

де A_f — кондиціонована площа, м²;

t_{op} — кількість годин охолодження на рік, приймають згідно з таблицею А.6 з урахуванням періоду невикористання відповідно до таблиці 7.

15.10.2.2.2 Для цілей документування відповідності мінімальним вимогам до енергоефективності допустимо не враховувати витрати теплової енергії від допоміжної енергії у підсистемі розподілення. Для детальних розрахунків необхідно керуватися положеннями ДСТУ Б EN 15243.

15.10.2.3 Енергія входу для підсистем розподілення

Енергію входу, необхідну для підсистеми розподілення, кВт·год, визначають за формулою:

$$Q_{C,dis,in} = \sum_i Q_{C,dis,out,i} / 1\,000 + Q_{C,dis,is}, \quad (133)$$

де $Q_{C,dis,out,i}$ — енергія виходу для підсистеми розподілення упродовж i -го місяця, Вт·год, приймають рівною енергії входу для підсистем тепловіддачі $Q_{C,em,in,i}$, розрахованої згідно з 15.10.1.3;

$Q_{C,dis,is}$ — річні тепловтрати підсистемою розподілення охолодженого повітря, кВт·год, визначені згідно з 15.10.2.1.

15.10.3 Підсистеми виробництва/генерування та акумулювання під час охолодження**15.10.3.1 Енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання**

Загальну енергію виходу з підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac}, \quad (134)$$

де $\eta_{C,ac}$ — ефективність автоматичного управління/регулювання, приймають залежно від класу ефективності системи управління/регулювання згідно з ДСТУ EN 15232-1:

для систем класу А — $\eta_{C,ac} = 0,99$;

для систем класу В — $\eta_{C,ac} = 0,93$;

для систем класу С — $\eta_{C,ac} = 0,88$;

для систем класу D — $\eta_{C,ac} = 0,82$;

де $Q_{C,dis,in}$ — енергія входу в підсистему розподілення, кВт·год, визначена згідно з 15.10.2.3.

15.10.3.2 Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання

15.10.3.2.1 Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen}, \quad (135)$$

де $\eta_{C,gen}$ — ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання;

$Q_{C,gen,out}$ — енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, визначена згідно з 15.10.3.1.

15.10.3.2.2 Ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання $\eta_{C,gen}$ визначають множенням сезонного коефіцієнта енергоефективності (SEER, Seasonal Energy Efficiency Ratio) на ефективність виробництва/генерування електричної або теплової енергії для установки (таблиця 30).

SEER для холодильної установки може бути прийнятим згідно з результатами випробувань. Якщо для компресорного холодильного обладнання відсутні дані випробувань, але є дані випробувань на основі повного навантаження (efficiencies depending on full-load data), тоді допустимо приймати SEER рівним коефіцієнту перетворення (Coefficient of Performance, COP), визначеного під час випробувань у таких умовах:

- для установок, які отримують теплоту з повітря:
 - теплота, що видаляється в повітря: A35(24)/A27(19);
 - теплота, що видаляється у воду: W30/A27(19);
- для установок, які отримують теплоту з води:
 - теплота, що видаляється в повітря: A35(24)/W7;
 - теплота, що видаляється у воду: W30/W7.

Для повітряних кондиціонерів холодильною потужністю до 12 кВт, якщо їм присвоєно клас SEER, можна приймати рівним значенню, що зазначене в енергетичному сертифікаті або згідно з вимогами екодизайну для повітряних кондиціонерів.

Якщо відсутня будь-яка зазначена інформація, то $\eta_{C,gen}$ приймають згідно з таблицею 30, де $\eta_{C,gen}$ дорівнює SEER, помноженому на ККД генерації електроенергії або тепла.

Таблиця 30 — Річна ефективність — SEER окремих охолоджувальних машин

Тип холодильної машини/засіб тепловідведення	Ефективність $\eta_{C,gen}$
Компресорна холодильна машина/зовнішнє повітря	2,25 η_{pg}
Компресорна холодильна машина/ґрунтовий теплообмін або використання ґрунтової води	5,0 η_{pg}
Абсорбційний охолоджувач/зовнішнє повітря	1,0 η_{th}
Безпосереднє охолодження/ґрунтовий теплообмін або використання ґрунтової води	12,0 η_{pg}
η_{pg} — ефективність генерування електроенергії (електричний ККД установки, фактична ефективність електрогенератора на рівні будівлі, наприклад дизель-генератор (зазвичай від 20 % до 40 %). Якщо електрогенератор відсутній, то приймаєть $\eta_{pg} = 1$; η_{pg} — ефективність генерування електроенергії (електричний ККД установки); η_{th} — ефективність генерування теплоти (тепловий ККД установки, фактична ефективність теплового генератора в будівлі, наприклад газовий котел). η_{th} — ефективність генерування теплоти (тепловий ККД установки).	

15.10.3.2.3 У тому випадку, коли підсистема виробництва/генерування та акумулювання сформована більше ніж з одного типу генератора/трансформатора, розраховування потрібно робити окремо для кожної частини з відповідною ефективністю.

15.11 Енергоспоживання під час охолодження

Енергоспоживання під час охолодження, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls}, \quad (136)$$

де $Q_{C,gen,out}$ — енергія виходу від підсистем виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, визначена згідно з 15.10.3.1;

$Q_{C,gen,ls}$ — загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування та акумулювання, кВт·год, визначені згідно з 15.10.3.2.

Результати на річній основі представляють і підсумовують, як це зазначено в таблиці 36.

15.12 Додаткова енергія для охолодження

Річну кількість додаткової енергії під час охолодження, кВт·год, розраховують за формулою:

$$W_C = W_{C,aux,an} = W_{C,em,aux} + W_{C,dis,aux,an} \quad (137)$$

де $W_{C,em,aux}$ — додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення, кВт·год, визначена згідно з 15.10.1.2;

$W_{C,dis,aux,an}$ — додаткова енергія для системи розподілення, кВт·год, визначена згідно з 15.10.2.2. Результати на річній основі представляють і підсумовують, як це зазначено в таблиці 36.

15.13 Загальне енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження**15.13.1 Енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування під час попереднього охолодження**

15.13.1.1 Загальну енергію виходу з підсистеми виробництва/генерування під час центрального попереднього охолодження припливного повітря, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{V,pre-cool,gen,out} = (\sum_m Q_{ve-pre-cool,m})/\eta_{V,pre-cool,sys} \quad (138)$$

де $Q_{ve-pre-cool,m}$ — енергопотреба для попереднього охолодження для m -го місяця, кВт·год, розрахована згідно з 9.4.1;

$\eta_{V,pre-cool,sys}$ — загальна ефективність розподілення та тепловіддачі/виділення теплоти для системи попереднього охолодження, визначена згідно з 15.9.1.2.

15.13.1.2 Загальну ефективність розподілення і тепловіддачі/виділення для системи попереднього охолодження необхідно приймати згідно з даними таблиці 31. Порядок для детальніших розрахунків визначений згідно з ДСТУ Б EN 15243.

Таблиця 31 — Загальна ефективність розподілення і тепловіддачі/виділення для систем попереднього охолодження

Система попереднього охолодження	η_V
Водний охолоджувальний змійовик, система розподілення менше ніж 10 м, теплоізований розподільний трубопровід	0,99
Водний охолоджувальний змійовик, система розподілення менше ніж 10 м, теплонеізований розподільний трубопровід	0,98
Водний охолоджувальний змійовик, система розподілення від 10 м до 30 м, теплоізований розподільний трубопровід	0,98
Водний охолоджувальний змійовик, система розподілення від 10 м до 30 м, теплонеізований розподільний трубопровід	0,96
Водний охолоджувальний змійовик, система розподілення від 30 м до 50 м, теплоізований розподільний трубопровід	0,96
Водний охолоджувальний змійовик, система розподілення від 30 м до 50 м, теплонеізований розподільний трубопровід	0,92
Примітка. Наведені дані довжини розподільної системи від теплогенератора до охолоджувального змійовика. У випадку, якщо розподільна підсистема довша ніж 50 метрів, утилізаційними тепловтратами в розподільній підсистемі можна знехтувати згідно з 15.9.2.1.	

15.13.2 Енергоспоживання під час попереднього охолодження

15.13.2.1 Річне енергоспоживання під час попереднього охолодження, кВт·год, визначають за формулою:

$$Q_{V,pre-cool,use} = Q_{V,pre-cool,gen,out}/\eta_{V,pre-cool,gen} \quad (139)$$

де $Q_{V,pre-cool,gen,out}$ — загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування при центральному попередньому охолодженні припливного повітря, кВт·год, визначена згідно з 15.13.1;

$\eta_{V,pre-cool,gen}$ — ефективність підсистеми виробництва/генерування системи центрального попереднього охолодження.

15.13.2.2 Для цілей сертифікування енергоефективності наявних будівель згідно з нормативними вимогами сезонну ефективність підсистеми виробництва/генерування системи центрального попереднього охолодження $\eta_{V,pre-cool,gen}$ приймають згідно з даними таблиці 30.

15.13.2.3 У тих випадках, коли генераційно-акумуляційна підсистема містить охолоджувальні пристрої більше ніж одного виду, розраховувати необхідно по кожній частині окремо і визначати відповідні показники ефективності.

15.13.2.4 Порядок для детальніших розраховувань визначений згідно з ДСТУ Б EN 15243.

15.13.3 Додаткова енергія під час центрального попереднього охолодження

15.13.3.1 Метод, визначений цим стандартом для цілей сертифікування енергоефективності наявних будівель згідно з нормативними вимогами, не враховує додаткову енергію під час центрального попереднього охолодження.

15.13.3.2 Розраховування додаткової енергії під час центрального попереднього підігрівання необхідно проводити згідно з ДСТУ Б EN 15243.

15.14 Енергопотреби для осушування повітря систем центральної вентиляції

15.14.1 Визначають за наявності засобів для осушування вентиляційного повітря.

15.14.2 Енергопотреба для осушування — це прихована теплота у водяній парі, яка має бути вилучена з кондиціонованого повітря технічною системою будівлі, щоб підтримувати задану максимально допустиму вологість повітря в приміщенні.

15.14.3 Для розраховування енергопотреби на осушування необхідно використовувати погодинні дані для репрезентативного дня кожного місяця з наперед заданими параметрами для увімкнення та вимкнення.

15.14.4 Повітря осушують до заданого значення $x_{setdeshum}$ (г/кг сухого повітря). Для визначення досягнутих заданих значень вологості потрібно використовувати ті самі формули, встановлені для попереднього охолодження, коригуванням температури охолоджувального пристрою.

15.14.5 Місячну енергопотребу на осушування вентиляційного повітря, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{C,dhum,nd} = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^{24} f_{ve,j,k} q_{VPC,j} (0,83(x_{setdeshum} - x_1) + 0,34(\theta_{2,j} - \theta_{1,j})) \right), \quad (140)$$

- де $f_{ve,j,k}$ — частка функціонування, за конкретну j -ту годину (від 1 до 24) i -го дня (від 1 до 31) місяця (якщо система функціонує $f_{ve,j,k} = 1$, і якщо система не функціонує — $f_{ve,j,k} = 0$);
- $q_{VPC,j}$ — об'ємна витрата повітря через пристрій попереднього охолодження, м³/год;
- $\theta_{1,j}$ — температура повітря перед пристроєм попереднього охолодження (температура зовнішнього повітря), °С, приймають погодинне значення згідно з додатком А;
- $\theta_{2,j}$ — температура повітря після пристрою попереднього охолодження (задана температура), °С;
- x_1 — абсолютний вологовміст повітря перед пристроєм попереднього охолодження, г/кг; приймають середньомісячне значення згідно з додатком А;
- $x_{setdeshum}$ — абсолютний вологовміст повітря після пристрою попереднього охолодження (задана вологість), г/кг, визначають за даними заданої температури та відносної вологості приміщення;
- $j = 1$ до 24 — крок розрахунку в годинах;
- $i = 1$ до N — крок розрахунку в добах ($N = 31$ для січня).

15.14.6 Методи визначення енергопотреби для осушування на рівні окремого приміщення подані в ДСТУ Б EN 15243. Для цілей сертифікування енергоефективності наявних будівель згідно з нормативними вимогами енергопотреби для осушування повітря на рівні окремого приміщення не беруть до уваги.

15.15 Загальне енергоспоживання систем вентиляції

15.15.1 Енергопотреби для зволоження повітря систем центральної вентиляції

15.15.1.1 Визначають за наявності засобів для зволоження вентиляційного повітря.

15.15.1.2 Енергопотреби для зволоження — це прихована теплота у водяній парі, що має бути подана у кондиціоноване приміщення технічною системою будівлі, щоб підтримати конкретну мінімальну вологість повітря у приміщенні.

15.15.1.3 Для розраховування енергопотреби для зволоження необхідно використовувати погодинні дані для репрезентативного дня кожного місяця з наперед заданими параметрами для увімкнення та вимкнення.

15.15.1.4 Повітря звожують до вказаного заданого значення x_{sethum} (г/кг сухого повітря).

15.15.1.5 Місячну енергопотребу для зволоження вентиляційного повітря, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{H,hum,nd} = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^{24} f_{ve,j,k} 0,83 q_{vhum,j} (x_{sethum} - x_1) \right), \quad (141)$$

де $f_{ve,j,k}$ — частка функціонування, за конкретну j -ту годину (від 1 до 24) i -го дня (від 1 до 31) місяця (якщо система функціонує $f_{ve,j,k} = 1$, і якщо система не функціонує $f_{ve,j,k} = 0$);

q_{vhum} — об'єм повітряного потоку через зволожувач, м³/год;

x_1 — абсолютний вологовміст повітря перед зволожувачем, г/кг; приймають середньомісячне значення згідно з додатком А;

x_{sethum} — абсолютний вологовміст повітря після зволожувача (задана вологість), г/кг; визначають за даними розрахункової (заданої) температури та відносної вологості повітря приміщення;

$j = 1$ до 24 — крок розрахунку в годинах;

$i = 1$ до N — крок розрахунку в добах ($N = 31$ для січня).

15.15.2 Енергоспоживання вентиляторів, систем управління та блоків рекуперації теплоти

15.15.2.1 Енергоспоживання вентиляторів, кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{V,use} = Q_{V,sys,fan} = P_{el,H} t_{V,H} + P_{el,C} t_{V,C}, \quad (142)$$

де $P_{el,H}$, $P_{el,C}$ — електричну потужність вентилятора для періоду опалення та охолодження відповідно, кВт, визначають за проектними даними, за відсутності точних даних необхідно визначати згідно з 15.15.2.2;

$t_{V,H}$, $t_{V,C}$ — час роботи вентиляторів за рік для періоду опалення та охолодження відповідно, год, визначають за формулами:

— для опалення:

$$t_{V,H} = (t_{ve,H}/168) \cdot t_{H,op}, \quad (143)$$

— для охолодження:

$$t_{V,C} = (t_{ve,C}/168) \cdot (8760 - t_{H,op}), \quad (144)$$

де $t_{ve,H}$, $t_{ve,C}$ — те саме, що в 9.2.1;

$t_{H,op}$ — річна тривалість періоду опалення, год, визначена згідно з 15.3.3.

Примітка. У випадках, коли розраховування загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією виконано для вентиляційних підзон відповідно до 9.2, то в такому випадку $Q_{V,sys,fan}$ буде дорівнювати сумі $Q_{V,sys,fan}$ кожної вентиляційної підзони, яка має механічну систему вентилявання, $Q_{V,sys,fan} = \sum_y Q_{V,sys,fan,y}$.

15.15.2.2 Електричну потужність вентиляторів, кВт, розраховують за формулою:

— для опалення:

$$P_{el,H} = q_{ve,H} \cdot SFP/3600, \quad (145)$$

— для охолодження:

$$P_{el,C} = q_{ve,C} \cdot SFP/3600, \quad (146)$$

де $q_{ve,H}$, $q_{ve,C}$ — те саме, що в 9.2.1;

SFB — питому потужність вентилятора системи механічної вентиляції, кВт/(м³/с), визначають згідно з таблицею 32.

Таблиця 32 — Проектна питома потужність вентилятора системи механічної вентиляції

Вид системи механічної вентиляції	SFP , кВт/(м ³ /с)
Збалансована система вентиляції з попереднім підігріванням та/або попереднім охолодженням та блоком рекуперації тепла	4
Збалансована система вентиляції з попереднім підігріванням та/або попереднім охолодженням	3
Децентралізована припливно-витяжна установка з блоком рекуперації тепла	2,25
Лише система припливної вентиляції з попереднім нагріванням та/або попереднім охолодженням	2
Лише витяжна вентиляція	1

15.15.2.3 Енергоспоживання систем управління/регулювання та блоків рекуперації теплоти не беруть до уваги. Для детальніших розраховувань необхідно використовувати ДСТУ Б EN 15241.

15.15.3 Підсистема розподілення системи механічної вентиляції

15.15.3.1 Тепловтрати у підсистемах розподілення системи механічної вентиляції формують із тепловтрат за рахунок витоку повітря з вентиляційних каналів, залежно від розташування каналів, або у вигляді тепловтрат, які можна утилізувати, або у вигляді загальних тепловтрат, та з тепловтрат системи, які утилізуються у вентиляційній системі.

15.15.3.2 Тепловтрати в підсистемах розподілення систем механічної вентиляції не беруть до уваги.

16 ЕНЕРГОПОТРЕБА ТА ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПІД ЧАС ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ (ГВП)

16.1 Енергопотребы в горячем водопостачанні

16.1.1 Методика визначення енергопотреб у ГВП визначена згідно з ДСТУ EN 15316-3, у якому викладено кілька методів розраховувань, що різняться між собою рівнем деталізування.

16.1.2 За відсутності точних даних дозволено використовувати питомі енергопотребы ГВП на 1 м² кондиціонованої площі будівлі, наведені в таблиці 33. Для інших цілей необхідно використовувати ДБН В.2.5-64 [5] та ДСТУ EN 15316-3 на основі припущення щодо необхідного обсягу ГВП залежно від призначення будівлі, типу системи (тупикова, циркульована), її теплогідрравлічної збалансованості, цільового призначення та фактичного використання.

Таблиця 33 — Питомі річні енергопотребы ГВП

Призначення будівлі	кВт·год/м ²
Одноквартирні будинки	15
Багатоквартирні житлові будівлі, гуртожитки	20
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	10
Будівлі закладів освіти	10
Будівлі закладів дошкільної освіти	15
Будівлі закладів охорони здоров'я	30
Готелі* (на 10 % більше для кожної зірочки)	25
Ресторани	60
Спортивні заклади	80
Будівлі закладів гуртової та роздрібної торгівлі	10
Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	10
Інші види будівель, товарні склади	1,5

16.2 Енергоспоживання гарячого водопостачання

16.2.1 Підсистеми розподілення гарячого водопостачання

16.2.1.1 Методика розраховувань ефективності підсистем розподілення ГВП визначена відповідно до ДСТУ EN 15316-3.

16.2.1.2 Для цих розраховувань систему розподілення умовно поділяють на дві частини:

- індивідуальний розподільний трубопровід до водорозбору гарячої води користувача;
- циркуляційний контур, якщо наявний.

Тепловтрати кожної частини розраховують окремо.

16.2.1.3 Тепловтрати підсистеми розподілення ГВП сформовані з:

- тепловтрат трубопроводами;
- тепловитрат циркуляційним контуром, за наявності;
- тепловтрат використаної води під час водорозбирання.

16.2.1.4 Тепловтрати в підсистемі розподілення ГВП розраховують за допомогою модифікованого методу детального розраховування на основі довжини трубопроводу та середньої температури. Цей метод вимагає визначення таких даних:

- секцій та довжин трубопроводів;
- лінійних коефіцієнтів теплопередачі трубопроводів;
- середньої температури навколишнього середовища;
- середньої температури гарячої води в секції трубопроводу;
- місячного або річного періоду користування ГВП.

16.2.1.5 Тепловтрати трубопроводами системи ГВП (трубопроводами циркуляційного контуру) для кожного місяця, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{W,dis,Is} = Q_{W,dis,Is,D} + Q_{W,dis,Is,U} \quad (147)$$

де $Q_{W,dis,Is,D}$ — місячні тепловтрати трубопроводами системи ГВП, розміщеними в опалюваних об'ємах, Вт·год, визначають за формулою:

$$Q_{W,dis,Is,D} = \sum_j \Psi_{W,j} \cdot L_{W,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot t_{w,j} \quad (148)$$

$Q_{W,dis,Is,U}$ — місячні тепловтрати трубопроводами системи ГВП, розміщеними в неопалюваних об'ємах, Вт·год, визначають за формулою:

$$Q_{W,dis,Is,U} = \sum_k \Psi_{W,k} \cdot L_{W,k} \cdot (\theta_{W,dis,avg,k} - \theta_{amb,k}) \cdot t_{w,k} \quad (149)$$

де Ψ_W — лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(м·К);
 L_W — довжина секції трубопроводу, м;
 $\theta_{W,dis,avg}$ — середня температура гарячої води в секції трубопроводу, °С;
 θ_{amb} — середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;
 t_w — період користування ГВП (для циркуляційних трубопроводів — період циркуляції), год/місяць;
 j — індекс, що позначає трубопроводи, розміщені в опалюваних об'ємах з однаковими граничними умовами;
 k — індекс, що позначає трубопроводи, розміщені в неопалюваних об'ємах з однаковими граничними умовами.

16.2.1.6 За відсутності точних даних тепловтрати в підсистемі розподілення ГВП розраховують, використовуючи табличні значення лінійного коефіцієнта теплопередачі трубопроводу Ψ з таблицею 24.

16.2.1.7 Циркуляційний контур

Тепловтрати трубопроводами циркуляційного контуру враховані в тепловитратах трубопроводами системи ГВП відповідно до 16.2.1.5, та їх окремо не розраховують.

Додаткові тепловтрати циркуляційного контуру під час зупинки циркуляції (від охолодження теплоносія), Вт·год, визначають для кожного місяця за формулою:

$$Q_{W,dis,Is,col,off} = \sum p_W \cdot c_W \cdot V_{W,dis,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot n_{norm} \quad (150)$$

- де $\theta_{W,dis,avg,j}$ — середня температура гарячої води в секції трубопроводу, °C;
 $\theta_{amb,j}$ — середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °C;
 $\rho_W \cdot c_W$ — теплоємність води, приймають 1150 Вт·год/(м³·K);
 $V_{W,dis,j}$ — об'єм води, що міститься в секції трубопроводу, м³, визначений за допомогою значень довжини та діаметра трубопроводу;
 n_{norm} — кількість робочих циклів (зупинок) циркуляційного насоса протягом місяця; за відсутності точних даних та для сертифікування приймають $n_{norm} = 2$ цикли в день;
 j — індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

16.2.1.8 Тепловтрати використаної води під час водорозбирання

16.2.1.8.1 Теплова енергія води у водорозбірному крані до моменту досягнення мінімально допустимої температури ГВП втрачається та її вважають тепловтратами.

16.2.1.8.2 Тепловтрати використаної води під час водорозбирання вважають на 100 % неутилізаційними. Допустимо використовувати спрощений розрахунок тепловтрат, кВт·год, за формулою:

$$Q_{W,em,ls} = Q_{DHW,nd} \cdot \eta_{eq} / 100, \quad (151)$$

- де $Q_{DHW,nd}$ — річні енергопотребителі для ГВП, кВт·год, визначені згідно з 16.1;
 η_{eq} — еквівалент збільшення, що враховує тепловтрати використаної води під час водорозбирання, приймають згідно з даними таблиці 34.

Таблиця 34 — Тепловтрати використаної води під час водорозбирання

Тип системи ГВП	Додаткові втрати теплоти η_{eq} під час зливання непрогрітої води з системи ГВП будівлі		
	на одну родину	багатоквартирної або готелю	іншої
Без циркуляційного контуру	5,0 %	25,0 %	10,0 %
Зі статично збалансованими (шайбами, ручними вентилями, діаметрами трубопроводів) циркуляційними стояками (об'єднаними в секційні вузли)	2,0 %	15,0 %	5,0 %
З автоматично збалансованими за температурою води циркуляційними стояками (за однакової кількості водорозбірних та циркуляційних стояків). З автоматично збалансованими за температурою води водорозбірними стояками (перед секційними перемичками)	0	0	0

Примітка. У разі використання електронагрівачів для індивідуального забезпечення гарячою водою додаткові витрати теплоти приймають 0 %.

16.2.1.9 Додаткова енергія

16.2.1.9.1 Додаткова енергія для підсистеми розподілення ГВП — це енергія для насосів. Загальна методика розраховування визначена згідно з ДСТУ EN 15316-3.

16.2.1.9.2 Місячне споживання додаткової енергії для насоса, Вт·год, допустимо розраховувати на підставі маркування потужності насоса за формулою:

$$W_{W,dis,aux} = P_{pmp} \cdot t_{pmp} \cdot N, \quad (152)$$

- де P_{pmp} — маркування потужності насоса, Вт;
 t_{pmp} — час роботи насоса, год/доба, за відсутності точних даних приймають стандартне значення 24 год/добу як найгіршу ситуацію згідно з ДСТУ EN 15316-3;
 N — кількість днів роботи насоса протягом відповідного місяця.

16.2.1.10 Утилізаційні та неутилізаційні тепловтрати

16.2.1.10.1 Регулярні тепловтрати з секцій трубопроводу, розміщених в опалюваних приміщеннях, утилізують у вигляді опалення приміщення під час опалювального періоду. Частина таких втрат може бути утилізована і вони здійснюють внесок у нагрівання приміщення.

16.2.1.10.2 Деякі з регулярних тепловтрат збільшують охолоджувальне навантаження будівлі.

16.2.1.10.3 Утилізаційні регулярні тепловтрати за кожен місяць, Вт·год, виражають часткою тепловтрат у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що містяться в опалюваних приміщеннях, та часткою додаткового енергоспоживання під час розподілення за формулою:

$$Q_{W,dis,rbl} = Q_{W,dis,ls,D} \cdot f_{W,dis,ls,rbl} + W_{W,dis,aux} \cdot f_{W,dis,aux,rbl}, \quad (153)$$

де $Q_{W,dis,ls,D}$ — тепловтрати підсистеми розподілення ГВП трубопроводами, розміщеними в опалюваних об'ємах за відповідний місяць, Вт·год, визначені відповідно до 16.2.1.5;

$W_{W,dis,aux}$ — споживання додаткової енергії для насоса за відповідний місяць, Вт·год, визначене відповідно до 16.2.1.9.2;

$f_{W,dis,ls,rbl}$ — частка тепловтрат у підсистемі розподілення ГВП, що можуть бути утилізовані для підвищення температури приміщення;

$f_{W,dis,aux,rbl}$ — частка додаткового енергоспоживання під час розподілення, що може бути утилізована для опалення приміщення.

Частки залежать від тривалості опалювального періоду та місця розташування насоса. Для спрощення приймають, що 50 % утилізаційних тепловтрат протягом опалювального періоду може бути утилізовано в підсистемі розподілення ГВП та що утилізується 80 % додаткової енергії.

16.2.2 Підсистеми виробництва/генерування та акумулювання гарячого водопостачання

16.2.2.1 Для ГВП застосовують такі самі показники загальної сезонної ефективності виробництва/генерування (чиста ефективність) для різноманітних енергоносіїв як для опалення приміщень (див. таблицю 26). Енергоефективність підсистеми акумулювання уведено в ефективність підсистеми виробництва/генерування.

16.2.2.2 Для детальніших розраховувань регулярних тепловтрат та додаткової енергії для підсистеми виробництва/генерування використовують методику згідно з ДСТУ EN 15316-3.

16.2.3 Річне енергоспоживання під час гарячого водопостачання

Річний обсяг енергоспоживання системи ГВП, кВт·год, визначають за формулою:

$$Q_{DHW,use} = [Q_{DHW,nd} + Q_{W,em,l} + \sum_m (Q_{W,dis,ls,m} + Q_{W,dis,ls,col,off,m}) / 1\,000] / \eta_{gen}, \quad (154)$$

де $Q_{DHW,nd}$ — енергопотреби ГВП, кВт·год, визначені згідно з 16.1;

$Q_{W,dis,ls,m}$ — тепловтрати підсистеми розподілення ГВП для m -го місяця, Вт·год, визначені згідно з 16.2.1.5;

$Q_{W,dis,ls,col,off,m}$ — тепловтрати циркуляційного контуру ГВП під час зупинки циркуляції для m -го місяця, Вт·год, визначені згідно з 16.2.1.7;

$Q_{W,em,l}$ — тепловтрати використаної води ГВП під час водорозбирання, кВт·год, визначені згідно з 16.2.1.8;

η_{gen} — ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти, визначена згідно з таблицею 26.

Загальний обсяг енергоспоживання системи ГВП $Q_{DHW,tot,use}$, кВт·год, визначають за формулою:

$$Q_{DHW,tot,use} = Q_{DHW,use} + \sum_m (W_{W,dis,aux,m}) / 1\,000, \quad (155)$$

де $W_{W,dis,aux,m}$ — додаткова енергія системи ГВП для m -го місяця, Вт·год, визначена згідно з 16.2.1.9.

17 ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПІД ЧАС ОСВІТЛЕННЯ

17.1 Річний обсяг енергоспоживання під час освітлення Q_{Wuse} , кВт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{Wuse} = Q_{WL} + Q_{WP}, \quad (156)$$

де Q_{WL} — енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт·год;

Q_{WP} — паразитна енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, та енергія для управління/регулювання освітленням у будівлі, кВт·год.

17.2 Значення W_L розраховують за формулою:

$$Q_{WL} = (P_N \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)] \cdot A_f / 1\,000, \quad (157)$$

- де P_N — питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, приймають осереднене значення для всіх приміщень будівлі відповідно до ДБН В.2.5-28 [6], Вт/м²;
- F_C — постійний коефіцієнт яскравості, що належить до використання навантаження встановленого освітлення під час функційного контролю сталої освітленості зони, приймають згідно з таблицею 35;
- F_o — коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, приймають згідно з таблицею 35;
- F_D — коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, приймають згідно з таблицею 35;
- t_D — час використання штучного освітлення в світлий (денний) період часу протягом року, год, приймають згідно з таблицею 35;
- t_N — час використання штучного освітлення в темний період часу протягом року, год, приймають згідно з таблицею 35;
- A_f — кондиціонована площа будівлі, м², визначена згідно з 3.7.

17.3 Значення W_P розраховують за формулою:

$$Q_{WP} = P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc}, \quad (158)$$

- де P_{em} — загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт·год/м², приймають згідно з таблицею 35;
- P_{pc} — загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, кВт·год/м², приймають згідно з таблицею 35;
- A_{em} — площа будівлі, м², на якій передбачено застосування аварійного освітлення;
- A_{pc} — площа будівлі, м², на якій передбачено застосування регульованого освітлення.

Таблиця 35 — Типові значення для розраховування енергоспоживання під час освітлення

Призначення будівлі	Додаткова енергія		t_D год	t_N год	F_C		F_o		F_D	
	Аварійне P_{em}	Управління/ регулювання P_{pc}			Відсутня cte	Наявна cte	Ручний режим	Автоматичний	Ручний режим	Автоматичний
	кВт·год/(м ² ·рік)	кВт·год/(м ² ·рік)								
Одноквартирні будинки	1	5	2 250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9
Багатоквартирні будинки, гуртожитки	1	5	2 250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	1	5	2 250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9
Будівлі закладів освіти	1	5	1 800	200	1	0,9	1	0,9	1	0,8
Будівлі закладів дошкільної освіти	1	5	1 800	200	1	0,9	1	0,9	1	0,8
Будівлі закладів охорони здоров'я	1	5	3 000	2 000	1	0,9	0,9	0,8	1	0,8
Готелі	1	5	3 000	2 000	1	0,9	0,7	0,7	1	1
Ресторани	1	5	1 250	1 250	1	0,9	1	1	1	—
Спортивні заклади	1	5	2 000	2 000	1	0,9	1	1	1	0,9

Кінець таблиці 35

Призначення будівлі	Додаткова енергія		t_D	t_N	F_c		F_o		F_D	
	Аварійне P_{em}	Управління/ регулювання P_{pc}	год	год	Відсутня cte	Наявна cte	Ручний режим	Автоматичний	Ручний режим	Автоматичний
	кВт·год/(м ² ·рік)	кВт·год/(м ² ·рік)								
Будівлі закладів гуртової та роздрібної торгівлі	1	5	3 000	2 000	1	0,9	1	1	1	—
Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	1	5	2 250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9
Інші види будівель	1	5	2 250	250	1	0,9	1	0,9	1	0,9

Примітка. cte — система контролю/регулювання постійної освітленості, F_D (автоматичний) — зменшення інтенсивності світла фотоелементів із сенсорами природного освітлення, із припущенням, що мінімум 60 % потужності освітлення регулюють так.

18 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

18.1 Основна мета звіту — забезпечити відстеження або перевірення вхідних даних, припущень та обраних методів.

18.2 Якщо розраховування виконують для перевірення дотримання нормативних вимог, то використовують стандартизовані вхідні дані, представлені в нормах/стандартах, і проводять аналізування відсутності помилок.

18.3 Усі вхідні дані мають бути вказані та обґрунтовані, наприклад, з посиланням на міжнародні або національні стандарти, або через посилання на відповідні додатки до цього стандарту чи на інші документи. Якщо вхідні дані не є стандартними даними, також надають оцінення точності та джерело вхідних даних.

18.4 Крім того, звіт має містити:

- посилання на цей стандарт та ДСТУ Б EN ISO 13790;
- мету розрахунку (наприклад, для оцінення відповідності вимогам норм, сертифікування енергетичної ефективності, оцінення впливу можливих заходів з підвищення енергоефективності або прогнозування потреб в енергетичних ресурсах за наданою шкалою);
- опис геометричних показників будівлі, її конструкцій, місце розташування, характеристики інженерних систем та умов їхнього експлуатування тощо;
- обґрунтування розділення будівлі на зони, якщо вони наявні;
- наведення значень A_f , V , V_{ve} , C_m , H_{tr} , H_{ve} для кожної зони або будівлі загалом, $Q_{H,tr}$, $Q_{H,ve}$, $Q_{H,ht}$, $Q_{H,int}$, $Q_{H,sol}$, $Q_{H,gn}$ та $Q_{C,tr}$, $Q_{C,ve}$, $Q_{C,ht}$, $Q_{C,int}$, $Q_{C,sol}$, $Q_{C,gn}$ — для кожного місяця та $Q_{H,use}$, $Q_{C,use}$, $Q_{V,use}$, $Q_{DWH,use}$, $Q_{DWH,tot,use}$ та $Q_{W,use}$ — за рік.

18.5 Будь-який звіт щодо оцінення річного енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та ГВП, отриманого за методом розраховування згідно з цим стандартом, має містити інформацію, зазначену в таблиці 36.

18.6 Приклад визначення енергоспоживання під час опалення, охолодження, освітлення, вентиляції та ГВП житлової будівлі, а також складання звітної таблиці наведено в додатку В.

Таблиця 36 — Звітна таблиця за результатами розраховувань обсягів енергоспоживання

Енергетичні послуги	Енергоспоживання	Енергоносії								
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване теплопостачання	Централізоване холодопостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювані * Інші, що виробляють на місці
Опалення	Енергопотреба для опалення									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря									
	Енергоспоживання під час опалення									
	Енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання									
	Додаткове енергоспоживання під час опалення									
	Додаткове енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання									
	Загальне енергоспоживання під час опалення									
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (зокрема осушення повітря)									
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря (зокрема осушення повітря)									
	Енергоспоживання під час охолодження (зокрема осушення повітря)									
	Енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження (зокрема осушення повітря під час попереднього охолодження)									
	Додаткове енергоспоживання під час охолодження									
	Додаткове енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження									
	Загальне енергоспоживання під час охолодження									
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря									
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти									
	Загальне енергоспоживання під час вентиляції (зокрема зволоження повітря)									

Кінець таблиці 36

Енергетичні послуги	Енергоспоживання	Енергоносії									
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване тепlopостачання	Централізоване холодопостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювані *	Інші, що виробляють на місці
ГВП	Енергопотреба ГВП										
	Енергоспоживання ГВП										
	Додаткове енергоспоживання ГВП										
	Загальне енергоспоживання ГВП										
Освітлення	Енергоспоживання під час освітлення										
Інші послуги	Енергоспоживання іншими послугами										
Загалом											
* Відновлювані джерела енергії: сонячне тепло, фотоелектрична та вітрова енергія. — позиція (комірка) в таблиці, що має бути заповнена; — позиція (комірка) в таблиці, що не заповнюють.											

ДОДАТОК А
(обов'язковий)
КЛІМАТИЧНІ ДАНІ

А.1 Загальні дані

Щомісячну тривалість часових інтервалів наведено в таблиці А.1.

Таблиця А.1 — Щомісячна тривалість часових інтервалів

Період	Кількість діб	Кількість годин
Січень	31	744
Лютий	28	672
Березень	31	744
Квітень	30	720
Травень	31	744
Червень	30	720
Липень	31	744
Серпень	31	744
Вересень	30	720
Жовтень	31	744
Листопад	30	720
Грудень	31	744
Рік	365	8760

А.2 Кліматичні дані

Для розрахункового методу, визначеного згідно з цим стандартом, необхідні такі кліматичні дані:

- середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С (табл. А.2);
- погодинна температура зовнішнього повітря репрезентативного дня кожного місяця, °С (табл. А.3);
- сонячна радіація, значення середньомісячної дози сонячної радіації, осередненої для однієї години, для горизонтальних та вертикальних поверхонь різного орієнтування за середніх умов хмарності Вт/м² (табл. А.4);

- середньомісячний абсолютний вологовміст зовнішнього повітря, г/кг (табл. А.5);

- розрахункова тривалість періоду охолодження, коли температура зовнішнього повітря перевищує 21 °С, год (табл. А.6).

Кліматичні параметри визначені на підставі даних ДСТУ-Н Б В.1.1-27. Для районів проєктування та будівництва, що не увійшли до таблиць цього додатка, кліматичні параметри необхідно приймати рівними значенням кліматичних параметрів найближчого до них населеного пункту, які наведено в таблицях, що містяться в місцевості з аналогічними умовами.

Таблиця А.2 — Середньомісячна температура зовнішнього повітря

Область, місто	Середньомісячна температура зовнішнього повітря, °С												Середня за рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Автономна Республіка Крим													

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ай-Петрі	-3,4	-3,3	-0,7	4,8	9,6	13,0	15,5	15,1	11,0	6,7	2,5	-1,6	5,8
Клепиніне	-1,0	-0,2	3,4	10,0	15,7	20,0	22,7	21,8	16,7	10,7	5,7	1,6	10,6
Сімферополь	-0,3	0,4	3,7	10,1	15,1	19,2	21,8	21,3	16,7	11,0	6,1	2,1	10,6
Феодосія	1,2	1,6	4,6	10,6	16,1	20,8	23,2	23,1	18,4	12,6	7,6	3,8	12,0
Ялта	4,1	4,2	6,0	10,6	15,7	19,8	23,6	23,2	19,0	13,6	9,5	6,1	13,0
Вінницька область													
Вінниця	-5,1	-3,8	0,5	8,1	14,2	17,2	18,7	18,0	13,3	7,6	1,8	-2,9	7,3
Волинська область													
Ковель	-3,9	-2,7	1,3	8,1	13,9	16,9	18,2	17,6	13,0	7,9	2,5	-1,9	7,6
Луцьк	-4,2	-3,0	1,1	8,1	13,9	16,9	18,4	17,7	13,2	7,9	2,4	-2,4	7,5
Дніпропетровська область													
Дніпро	-4,7	-3,8	1,1	9,6	16,0	19,6	21,6	20,7	15,4	8,6	2,2	-2,5	8,7
Комісарівка	-4,9	-3,8	1,0	9,3	15,5	19,0	20,9	20,0	14,7	8,2	2,2	-2,4	8,3
Кривий Ріг	-4,3	-3,3	1,6	9,6	15,8	19,4	21,5	20,7	15,5	8,9	2,7	-2,0	8,8
Донецька область													
Донецьк	-5,2	-4,4	0,7	9,4	15,4	19,0	21,2	19,8	14,9	8,0	1,8	-2,9	8,1
Житомирська область													
Житомир	-5,1	-4,0	0,4	7,9	14,0	17,1	18,5	17,7	13,0	7,4	1,7	-2,8	7,2
Овруч	-5,1	-4,1	0,3	7,9	14,1	17,1	18,5	17,6	12,8	7,1	1,5	-3,1	7,1
Закарпатська область													
Берегове	-2,7	0,1	5,0	10,9	15,9	18,7	20,2	19,6	15,7	10,3	4,8	-0,2	9,9
Міжгір'я	-5,0	-2,6	1,4	7,2	12,3	15,0	16,4	15,8	12,3	7,4	2,5	2,4	6,7
Плай	-6,3	-6,0	-2,9	1,9	7,6	9,9	11,4	11,5	7,7	3,6	-1,4	-5,1	2,7
Рахів	-4,3	-1,7	2,3	8,0	13,0	15,6	17,0	16,4	12,9	7,8	2,8	-1,8	7,3
Ужгород	-2,4	-0,2	4,7	10,8	15,8	18,7	20,3	19,8	15,5	10,2	4,7	-0,5	9,8
Хуст	-4,3	-1,3	3,8	10,1	15,1	17,8	19,2	18,5	14,5	8,9	3,7	-1,3	8,7
Запорізька область													
Гуляйполе	-4,1	-3,4	1,5	9,6	15,5	19,4	21,6	20,5	15,1	8,4	2,5	-1,9	8,7
Запоріжжя	-3,5	-2,6	2,0	10,1	16,4	20,2	22,4	21,4	16,2	9,6	3,5	-1,1	9,6
Кирилівка	-4,4	-3,8	1,0	9,1	15,0	18,8	20,6	20,1	14,9	8,1	2,3	-2,2	8,3
Івано-Франківська область													
Івано-Франківськ	-4,3	-2,6	1,7	8,1	13,6	16,7	18,3	17,7	13,4	8,0	2,5	-2,4	7,6
Пожежевська	-6,2	-6,0	-3,3	1,8	7,2	10,1	11,7	11,8	8,0	4,1	-0,7	-4,9	2,8

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кіровоградська область													
Гайворон	-4,3	-3,0	1,6	9,4	15,3	18,4	20,0	19,2	14,4	8,4	2,7	-1,9	8,4
Знам'янка	-5,3	-4,2	0,7	8,8	15,1	18,5	20,3	19,5	14,4	7,9	2,0	-2,8	7,9
Кропивницький	-4,9	-3,9	0,8	9,1	15,2	18,6	20,4	19,7	14,7	8,2	2,1	-2,6	8,1
Київська область													
Київ	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5	8,0
Миронівка	-5,0	-4,4	0,8	8,8	15,0	18,0	19,8	19,0	14,1	8,0	1,8	-2,7	7,8
Луганська область													
Луганськ	-5,0	-4,2	1,1	10,1	16,1	19,9	22,0	20,7	15,1	8,2	2,2	-2,5	8,6
Львівська область													
Львів	-4,0	-2,7	1,4	7,9	13,4	16,3	17,7	17,2	13,0	8,0	2,5	-2,2	7,4
Миколаївська область													
Миколаїв	-2,6	-1,6	2,8	10,2	16,4	20,3	22,7	22,0	16,8	10,4	4,2	-0,4	10,1
Одеська область													
Ізмаїл	-1,3	0,2	4,3	10,6	16,3	20,3	22,3	21,7	17,0	11,2	5,7	0,7	10,8
Любашівка	-4,3	-3,0	1,5	9,3	15,3	18,6	20,5	19,9	15,1	8,9	2,8	-1,9	8,6
Одеса	-1,3	-0,6	2,9	9,2	15,3	19,6	22,0	21,6	17,0	11,3	5,8	1,1	10,3
Роздільна	-3,1	-1,9	2,5	9,8	15,8	19,4	21,5	21,0	16,1	9,9	3,9	-0,9	9,5
Сарата	-1,8	-0,5	3,6	10,0	16,0	20,0	22,1	21,3	16,4	10,5	5,1	0,2	10,2
Полтавська область													
Лубни	-5,4	-4,6	0,3	8,6	15,3	18,5	20,2	19,1	13,7	7,6	1,3	-3,3	7,6
Полтава	-5,6	-4,7	0,3	9,0	15,4	18,7	20,5	19,7	14,3	7,7	1,3	-3,3	7,8
Рівненська область													
Рівне	-4,6	-3,4	0,7	8,0	13,8	16,7	18,2	17,5	13,1	7,7	2,1	-2,6	7,3
Сарни	-4,5	-3,4	0,9	8,2	14,4	17,1	18,6	17,7	13,0	7,7	2,1	-2,4	7,4
Сумська область													
Ромни	-6,2	-5,4	-0,4	8,2	14,6	18,0	19,4	18,4	13,1	6,8	0,7	-4,0	6,9
Суми	-6,6	-5,8	-0,8	8,1	14,6	17,9	19,5	18,4	13,0	6,7	0,4	-4,3	6,8
Тернопільська область													
Тернопіль	-5,0	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1	6,9
Харківська область													
Лозова	-5,6	-3,7	0,4	7,6	13,5	16,4	17,8	17,2	12,8	7,5	1,8	-3,1	6,9
Харків	-5,9	-5,1	0,0	9,0	15,5	18,9	20,7	19,7	14,1	7,5	1,0	-3,7	7,6

Кінець таблиці А.2

Херсонська область													
Асканія-Нова	−2,5	−1,7	2,6	9,6	15,6	20,0	22,5	21,8	16,5	9,9	4,2	0,0	9,9
Генічеськ	−1,8	−1,3	2,4	9,5	16,1	20,6	23,1	22,4	17,5	11,0	6,2	0,7	10,5
Херсон	−2,5	−1,6	2,8	10,1	16,1	20,0	22,4	21,6	16,5	10,1	4,3	−0,2	10,0
Хмельницька область													
Хмельницький	−4,9	−3,6	0,6	7,9	13,9	16,8	18,4	17,7	13,1	7,6	1,9	−2,9	7,2
Черкаська область													
Золотоноша	−4,9	−4,0	0,9	9,1	15,4	18,6	20,2	19,1	14,0	7,8	1,9	−2,9	7,2
Умань	−4,8	−3,7	0,9	8,7	14,6	17,8	19,4	18,6	13,6	7,7	2,0	−2,5	7,7
Черкаси	−5,0	−4,0	0,7	8,9	15,2	18,4	20,1	19,3	14,2	7,9	2,0	−2,7	7,9
Чернівецька область													
Чернівці	−4,1	−2,4	2,0	8,9	14,5	17,6	19,1	18,4	14,1	8,7	2,7	−2,1	8,1
Чернігівська область													
Семенівка	−6,7	−5,8	−1,0	7,3	13,7	17,0	18,5	17,4	12,2	6,2	0,2	−4,0	6,3
Чернігів	−5,9	−4,9	−0,1	8,0	14,4	17,6	19,2	18,1	12,9	6,9	1,0	−3,5	7,0

Таблиця А.3 — Погодинна температура зовнішнього повітря репрезентативного дня місяця

Вінниця												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−6,0	−4,9	−1,0	5,7	10,9	13,8	15,5	15,2	11,0	6,2	0,9	−3,6
2	−6,5	−5,4	−1,6	4,9	10,0	12,9	14,6	14,2	10,1	5,4	0,4	−4,0
3	−7,0	−5,9	−2,1	4,2	9,3	12,3	13,9	13,5	9,3	4,7	0,0	−4,4
4	−7,4	−6,3	−2,5	3,7	8,8	11,9	13,5	12,9	8,7	4,2	−0,4	−4,7
5	−7,7	−6,6	−2,8	3,4	8,6	11,8	13,3	12,5	8,2	3,7	−0,6	−5,0
6	−8,0	−6,8	−3,0	3,3	8,8	12,0	13,5	12,4	8,0	3,4	−0,8	−5,2
7	−8,1	−6,8	−3,0	3,5	9,5	12,8	14,1	12,7	8,1	3,3	−0,9	−5,4
8	−8,2	−6,7	−2,7	4,4	10,7	14,0	15,3	13,7	8,8	3,3	−0,9	−5,4
9	−7,9	−6,1	−1,8	5,7	12,2	15,5	16,8	15,2	10,1	4,1	−0,4	−5,2
10	−7,0	−5,1	−0,7	7,3	14,0	17,2	18,5	17,0	11,9	5,4	0,4	−4,5
11	−5,8	−4,0	0,7	8,9	15,8	18,9	20,2	19,0	13,8	7,1	1,5	−3,5
12	−4,4	−2,7	2,0	10,5	17,4	20,4	21,8	20,8	15,7	8,9	2,6	−2,3
13	−3,2	−1,7	3,1	11,8	18,7	21,6	23,0	22,3	17,2	10,5	3,6	−1,3
14	−2,3	−1,0	3,8	12,7	19,5	22,4	23,8	23,3	18,2	11,6	4,3	−0,6
15	−2,0	−0,8	4,0	12,9	19,8	22,6	24,1	23,6	18,6	11,9	4,5	−0,4
16	−2,1	−0,8	4,0	12,8	19,7	22,5	24,0	23,5	18,5	11,9	4,5	−0,4
17	−2,2	−1,0	3,8	12,5	19,3	22,1	23,6	23,1	18,2	11,6	4,4	−0,6

18	−2,5	−1,2	3,4	12,0	18,6	21,5	23,0	22,5	17,7	11,3	4,1	−0,8
19	−2,8	−1,6	3,0	11,3	17,8	20,6	22,1	21,8	17,0	10,8	3,8	−1,1
20	−3,2	−2,1	2,4	10,5	16,7	19,6	21,1	20,8	16,1	10,1	3,4	−1,4
21	−3,7	−2,6	1,8	9,6	15,6	18,4	20,0	19,7	15,1	9,4	2,9	−1,8
22	−4,2	−3,1	1,1	8,6	14,4	17,2	18,9	18,6	14,1	8,6	2,5	−2,2
23	−4,8	−3,7	0,4	7,6	13,1	16,0	17,7	17,4	13,0	7,8	1,9	−2,7
24	−5,4	−4,3	−0,3	6,6	12,0	14,8	16,5	16,3	12,0	7,0	1,4	−3,1

Дніпро												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,4	−4,7	−0,1	7,4	13,2	16,6	18,8	18,1	13,3	7,4	1,4	−3,1
2	−5,9	−5,2	−0,8	6,6	12,3	15,7	17,9	17,1	12,4	6,6	0,9	−3,5
3	−6,4	−5,7	−1,3	5,8	11,5	15,0	17,2	16,3	11,6	5,9	0,5	−3,9
4	−6,8	−6,1	−1,7	5,3	11,0	14,5	16,7	15,7	10,9	5,3	0,1	−4,2
5	−7,1	−6,4	−2,1	4,9	10,6	14,2	16,4	15,3	10,5	4,9	−0,2	−4,5
6	−7,4	−6,6	−2,3	4,7	10,5	14,3	16,3	15,1	10,2	4,5	−0,4	−4,8
7	−7,6	−6,7	−2,4	4,7	10,8	14,9	16,8	15,3	10,1	4,3	−0,6	−4,9
8	−7,7	−6,7	−2,2	5,4	11,8	15,9	17,8	16,2	10,5	4,2	−0,6	−5,0
9	−7,6	−6,3	−1,6	6,6	13,3	17,4	19,2	17,6	11,6	4,6	−0,3	−4,9
10	−6,9	−5,5	−0,4	8,2	15,0	19,2	20,9	19,5	13,4	5,9	0,5	−4,4
11	−5,8	−4,3	0,9	10,1	17,0	20,9	22,7	21,5	15,4	7,6	1,6	−3,4
12	−4,3	−3,0	2,3	11,8	18,7	22,6	24,4	23,4	17,4	9,6	2,8	−2,2
13	−3,0	−1,9	3,5	13,3	20,2	23,9	25,7	24,9	19,2	11,3	3,9	−1,1
14	−2,0	−1,1	4,3	14,2	21,2	24,7	26,6	25,9	20,3	12,6	4,7	−0,3
15	−1,7	−0,9	4,6	14,5	21,5	25,0	26,9	26,3	20,7	13,0	5,0	0,0
16	−1,7	−0,9	4,5	14,4	21,4	24,9	26,8	26,2	20,6	12,9	5,0	0,0
17	−1,9	−1,1	4,3	14,2	21,0	24,5	26,4	25,8	20,3	12,7	4,8	−0,2
18	−2,1	−1,3	4,0	13,7	20,5	23,9	25,9	25,3	19,9	12,3	4,6	−0,4
19	−2,4	−1,6	3,6	13,0	19,7	23,1	25,1	24,5	19,2	11,9	4,3	−0,6
20	−2,8	−2,1	3,1	12,2	18,8	22,1	24,2	23,6	18,4	11,3	3,9	−0,9
21	−3,3	−2,5	2,5	11,3	17,7	21,1	23,1	22,5	17,5	10,6	3,5	−1,3
22	−3,8	−3,0	1,9	10,4	16,6	19,9	22,0	21,4	16,5	9,8	3,0	−1,7
23	−4,3	−3,6	1,2	9,4	15,4	18,7	20,9	20,3	15,4	9,0	2,5	−2,2
24	−4,8	−4,1	0,5	8,4	14,3	17,6	19,8	19,1	14,4	8,2	1,9	−2,6
Донецьк												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,9	−5,3	−0,4	7,4	12,8	15,9	18,4	17,3	13,0	6,9	1,1	−3,5

2	-6,4	-5,8	-1,1	6,5	11,9	15,0	17,4	16,3	12,1	6,2	0,6	-3,9
3	-6,9	-6,3	-1,6	5,8	11,1	14,2	16,7	15,4	11,3	5,5	0,2	-4,3
4	-7,4	-6,7	-2,1	5,2	10,6	13,7	16,1	14,8	10,6	4,8	-0,2	-4,7
5	-7,8	-7,0	-2,4	4,7	10,3	13,5	15,7	14,3	10,0	4,3	-0,6	-5,0
6	-8,0	-7,3	-2,7	4,5	10,2	13,5	15,6	14,1	10,2	4,0	-0,8	-5,2
7	-8,2	-7,4	-2,7	4,5	10,5	14,1	15,9	14,1	9,6	3,7	-1,0	-5,4
8	-8,3	-7,5	-2,7	5,0	11,4	15,2	16,9	14,9	9,8	3,6	-1,0	-5,5
9	-8,3	-7,2	-2,1	6,2	12,8	16,8	18,4	16,3	10,8	3,9	-0,9	-5,4
10	-7,6	-6,3	-1,0	7,8	14,5	18,5	20,2	18,2	12,5	5,0	-0,2	-4,8
11	-6,3	-5,1	0,3	9,6	16,3	20,4	22,2	20,3	14,6	6,7	1,0	-3,8
12	-4,8	-3,7	1,8	11,5	18,0	22,0	24,0	22,4	16,8	8,8	2,3	-2,6
13	-3,4	-2,5	3,0	13,0	19,4	23,4	25,5	24,0	18,6	10,6	3,5	-1,4
14	-2,4	-1,6	3,9	14,0	20,3	24,2	26,5	25,2	19,8	11,9	4,3	-0,6
15	-2,1	-1,3	4,2	14,3	20,6	24,5	26,8	25,5	20,2	12,4	4,6	-0,3
16	-2,1	-1,4	4,1	14,3	20,5	24,4	26,7	25,4	20,2	12,3	4,6	-0,3
17	-2,2	-1,5	4,0	14,0	20,2	24,0	26,3	25,1	19,9	12,1	4,5	-0,5
18	-2,5	-1,8	3,6	13,5	19,7	23,4	25,7	24,5	19,4	11,8	4,2	-0,7
19	-2,8	-2,1	3,2	12,9	18,9	22,6	25,0	23,8	18,7	11,3	3,9	-0,9
20	-3,2	-2,5	2,7	12,1	18,0	21,6	24,0	22,8	17,9	10,7	3,6	-1,3
21	-3,7	-3,0	2,2	11,2	17,0	20,5	22,9	21,8	17,0	10,0	3,1	-1,7
22	-4,2	-3,5	1,5	10,3	16,0	19,3	21,8	20,7	16,1	9,3	2,6	-2,1
23	-4,8	-4,1	0,9	9,3	14,9	18,1	20,6	19,5	15,0	8,5	2,1	-2,5
24	-5,3	-4,7	0,2	8,3	13,8	17,0	19,5	18,4	14,0	7,7	1,6	-3,0

Житомир												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-6,0	-5,1	-1,1	5,5	10,7	13,8	15,4	15,0	10,7	6,0	0,8	-3,5
2	-6,5	-5,7	-1,7	4,7	9,8	12,9	14,6	14,0	9,8	5,3	0,3	-4,0
3	-7,0	-6,2	-2,2	4,1	9,2	12,3	13,9	13,3	9,1	4,6	-0,1	-4,4
4	-7,5	-6,6	-2,6	3,6	8,7	11,9	13,5	12,7	8,5	4,1	-0,5	-4,7
5	-7,8	-6,9	-2,9	3,3	8,5	11,8	13,3	12,4	8,1	3,6	-0,7	-5,0
6	-8,1	-7,1	-3,1	3,2	8,7	12,0	13,5	12,3	7,9	3,3	-0,9	-5,2
7	-8,2	-7,2	-3,1	3,4	9,4	12,8	14,1	12,6	7,9	3,2	-1,0	-5,4
8	-8,3	-7,1	-2,8	4,3	10,5	14,0	15,2	13,5	8,6	3,2	-1,0	-5,4
9	-8,0	-6,4	-1,9	5,5	12,1	15,4	16,7	15,0	9,9	4,0	-0,5	-5,1
10	-7,1	-5,4	-0,8	7,1	13,8	17,1	18,3	16,8	11,6	5,3	0,3	-4,4
11	-5,8	-4,2	0,6	8,7	15,5	18,8	19,9	18,6	13,5	7,0	1,4	-3,4
12	-4,4	-2,9	1,9	10,3	17,1	20,2	21,5	20,4	15,3	8,7	2,5	-2,2
13	-3,1	-1,8	3,0	11,5	18,4	21,4	22,7	21,9	16,8	10,2	3,5	-1,2

14	-2,2	-1,1	3,7	12,4	19,2	22,2	23,4	22,8	17,8	11,3	4,2	-0,5
15	-1,9	-0,8	3,9	12,6	19,5	22,4	23,7	23,1	18,1	11,6	4,4	-0,2
16	-2,0	-0,9	3,9	12,5	19,4	22,3	23,6	23,0	18,0	11,6	4,4	-0,2
17	-2,1	-1,0	3,7	12,2	19,0	21,9	23,2	22,7	17,7	11,3	4,3	-0,4
18	-2,4	-1,3	3,3	11,7	18,3	21,3	22,6	22,1	17,2	11,0	4,0	-0,6
19	-2,7	-1,7	2,9	11,1	17,5	20,4	21,8	21,4	16,6	10,5	3,7	-0,9
20	-3,2	-2,2	2,3	10,3	16,5	19,4	20,9	20,4	15,7	9,9	3,3	-1,2
21	-3,7	-2,7	1,7	9,4	15,4	18,3	19,8	19,4	14,8	9,2	2,8	-1,6
22	-4,2	-3,3	1,0	8,4	14,2	17,1	18,7	18,3	13,8	8,4	2,4	-2,1
23	-4,8	-3,9	0,3	7,4	13,0	15,9	17,5	17,1	12,7	7,6	1,8	-2,6
24	-5,4	-4,5	-0,4	6,4	11,8	14,8	16,4	16,0	11,7	6,8	1,3	-3,0

Запоріжжя												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-4,2	-3,5	0,7	7,9	13,7	17,2	19,5	18,7	14,2	8,4	2,7	-1,7
2	-4,7	-4,0	0,1	7,1	12,8	16,3	18,6	17,8	13,3	7,7	2,2	-2,1
3	-5,1	-4,5	-0,5	6,4	12,1	15,6	17,9	17,0	12,5	7,0	1,8	-2,5
4	-5,5	-4,9	-0,9	5,8	11,6	15,1	17,3	16,3	11,8	6,4	1,4	-2,8
5	-5,9	-5,2	-1,3	5,4	11,2	14,9	17,0	15,9	11,3	5,9	1,1	-3,1
6	-6,2	-5,4	-1,5	5,2	11,1	14,9	17,0	15,8	11,0	5,6	0,9	-3,4
7	-6,3	-5,6	-1,6	5,3	11,4	15,5	17,4	16,0	11,0	5,4	0,7	-3,5
8	-6,4	-5,6	-1,4	5,9	12,3	16,6	18,5	16,8	11,4	5,3	0,7	-3,6
9	-6,4	-5,2	-0,7	7,1	13,8	18,1	19,9	18,3	12,5	5,7	1,0	-3,5
10	-5,7	-4,3	0,4	8,8	15,5	19,8	21,7	20,1	14,2	6,9	1,8	-3,0
11	-4,5	-3,1	1,8	10,6	17,3	21,5	23,5	22,2	16,2	8,6	2,9	-2,0
12	-3,1	-1,8	3,2	12,3	19,0	23,1	25,3	24,1	18,2	10,6	4,1	-0,8
13	-1,8	-0,7	4,5	13,7	20,5	24,4	26,6	25,7	19,9	12,3	5,2	0,3
14	-0,9	0,1	5,3	14,7	21,4	25,3	27,5	26,7	21,0	13,5	6,0	1,1
15	-0,6	0,4	5,6	15,0	21,7	25,5	27,8	27,0	21,4	13,9	6,3	1,4
16	-0,6	0,3	5,5	14,9	21,6	25,4	27,7	26,9	21,4	13,8	6,3	1,4
17	-0,7	0,2	5,3	14,6	21,2	25,1	27,4	26,6	21,1	13,6	6,1	1,2
18	-1,0	-0,1	5,0	14,1	20,7	24,5	26,8	26,0	20,6	13,3	5,9	1,0
19	-1,3	-0,4	4,6	13,5	20,0	23,7	26,0	25,2	19,9	12,8	5,6	0,8
20	-1,7	-0,8	4,0	12,7	19,1	22,7	25,0	24,3	19,1	12,2	5,2	0,5
21	-2,1	-1,3	3,4	11,8	18,0	21,6	24,0	23,3	18,2	11,5	4,8	0,1
22	-2,6	-1,8	2,8	10,8	17,0	20,5	22,8	22,1	17,2	10,8	4,3	-0,3
23	-3,1	-2,4	2,1	9,9	15,9	19,3	21,7	21,0	16,2	10,0	3,8	-0,8
24	-3,6	-2,9	1,4	8,9	14,8	18,2	20,6	19,8	15,2	9,2	3,2	-1,2

Івано-Франківськ												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,6	−4,1	−0,2	5,4	10,0	12,9	14,9	14,5	10,8	6,1	1,2	−3,5
2	−6,3	−4,7	−1,0	4,5	9,1	12,1	14,0	13,6	9,8	5,3	0,6	−4,1
3	−6,9	−5,3	−1,6	3,7	8,5	11,5	13,3	12,8	9,0	4,5	0,0	−4,6
4	−7,4	−5,8	−2,1	3,2	8,0	11,2	12,9	12,3	8,4	3,8	−0,4	−5,0
5	−7,8	−6,2	−2,5	2,8	7,9	11,3	12,8	12,0	8,0	3,3	−0,8	−5,4
6	−8,0	−6,4	−2,7	2,7	8,2	11,7	13,1	12,1	7,8	2,9	−1,0	−5,6
7	−8,2	−6,4	−2,6	3,0	9,0	12,7	13,9	12,7	8,0	2,8	−1,1	−5,7
8	−8,1	−6,2	−2,0	4,0	10,3	14,0	15,1	13,8	8,9	3,0	−0,9	−5,7
9	−7,5	−5,3	−1,0	5,4	11,8	15,5	16,6	15,4	10,3	4,1	−0,2	−5,1
10	−6,2	−4,1	0,5	7,2	13,6	17,1	18,3	17,2	12,2	5,7	0,9	−4,1
11	−4,7	−2,6	2,1	9,0	15,4	18,7	20,0	19,1	14,2	7,7	2,3	−2,7
12	−3,1	−1,1	3,7	10,8	16,9	20,1	21,5	20,8	16,1	9,8	3,7	−1,4
13	−1,7	0,1	5,0	12,2	18,2	21,2	22,7	22,2	17,6	11,6	5,0	−0,2
14	−0,7	1,0	5,8	13,2	19,0	22,0	23,5	23,1	18,6	12,8	5,8	0,7
15	−0,4	1,2	6,1	13,5	19,3	22,2	23,8	23,4	19,0	13,2	6,1	0,9
16	−0,5	1,2	6,0	13,4	19,2	22,1	23,7	23,3	18,9	13,1	6,0	0,9
17	−0,7	1,0	5,7	13,0	18,7	21,6	23,3	22,9	18,5	12,8	5,8	0,7
18	−1,0	0,6	5,3	12,5	18,1	20,9	22,6	22,2	18,0	12,4	5,5	0,4
19	−1,5	0,1	4,7	11,7	17,2	20,0	21,7	21,4	17,2	11,7	5,1	0,0
20	−2,0	−0,5	4,0	10,8	16,1	18,9	20,7	20,4	16,3	11,0	4,5	−0,5
21	−2,7	−1,1	3,2	9,8	14,9	17,7	19,5	19,2	15,2	10,1	3,9	−1,0
22	−3,4	−1,8	2,4	8,7	13,6	16,4	18,3	18,0	14,1	9,1	3,3	−1,6
23	−4,1	−2,6	1,5	7,5	12,3	15,1	17,1	16,8	13,0	8,1	2,6	−2,2
24	−4,8	−3,3	0,6	6,4	11,1	14,0	15,9	15,6	11,8	7,1	1,9	−2,9

Київ												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,5	−4,5	−0,3	6,9	12,4	15,3	17,2	16,6	12,0	7,0	1,2	−3,1
2	−5,9	−5,0	−0,8	6,2	11,6	14,5	16,4	15,8	11,2	6,3	0,8	−3,6
3	−6,4	−5,5	−1,3	5,5	11,0	14,0	15,8	15,1	10,6	5,7	0,4	−3,9
4	−6,7	−5,8	−1,7	5,1	10,6	13,6	15,3	14,6	10,0	5,2	0,1	−4,2
5	−7,0	−6,1	−2,1	4,7	10,3	13,5	15,1	14,3	9,6	4,8	−0,1	−4,5
6	−7,3	−6,3	−2,2	4,6	10,4	13,7	15,2	14,2	9,4	4,5	−0,3	−4,7
7	−7,4	−6,4	−2,3	4,8	10,9	14,4	15,7	14,5	9,4	4,4	−0,4	−4,8
8	−7,4	−6,4	−2,0	5,4	11,9	15,5	16,6	15,3	9,9	4,4	−0,4	−4,8
9	−7,2	−5,9	−1,3	6,6	13,2	16,8	17,9	16,6	10,9	4,9	−0,1	−4,6

10	−6,4	−5,0	−0,3	8,0	14,8	18,3	19,4	18,2	12,4	6,0	0,6	−4,0
11	−5,3	−3,9	1,0	9,6	16,4	19,8	21,0	19,8	14,1	7,5	1,5	−3,0
12	−4,1	−2,7	2,3	11,1	17,9	21,1	22,4	21,4	15,8	9,1	2,5	−2,0
13	−3,0	−1,7	3,3	12,3	19,1	22,2	23,5	22,7	17,2	10,5	3,4	−1,0
14	−2,2	−1,0	4,0	13,1	19,8	22,9	24,2	23,5	18,1	11,5	4,0	−0,4
15	−2,0	−0,8	4,3	13,4	20,1	23,1	24,5	23,8	18,4	11,8	4,2	−0,2
16	−2,0	−0,8	4,2	13,3	20,0	23,0	24,4	23,7	18,4	11,8	4,2	−0,2
17	−2,1	−1,0	4,1	13,0	19,6	22,6	24,1	23,4	18,1	11,6	4,1	−0,3
18	−2,4	−1,2	3,7	12,6	19,1	22,1	23,5	22,9	17,7	11,3	3,9	−0,5
19	−2,7	−1,5	3,3	12,0	18,4	21,3	22,8	22,2	17,1	10,8	3,6	−0,8
20	−3,0	−1,9	2,8	11,3	17,5	20,4	22,0	21,4	16,4	10,3	3,3	−1,1
21	−3,5	−2,4	2,3	10,5	16,5	19,4	21,1	20,5	15,6	9,7	2,9	−1,4
22	−3,9	−2,9	1,6	9,6	15,5	18,3	20,1	19,5	14,7	9,1	2,5	−1,9
23	−4,4	−3,5	1,0	8,7	14,4	17,2	19,0	18,5	13,8	8,4	2,1	−2,3
24	−4,9	−4,0	0,4	7,8	13,4	16,2	18,1	17,5	12,9	7,7	1,6	−2,7

Кропивницький												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,8	−4,9	−0,6	6,7	11,9	15,2	17,1	16,7	12,2	6,7	1,3	−3,3
2	−6,3	−5,5	−1,3	5,8	10,9	14,2	16,2	15,6	11,2	5,9	0,8	−3,7
3	−6,8	−5,9	−1,8	5,0	10,1	13,5	15,4	14,8	10,4	5,1	0,3	−4,2
4	−7,3	−6,3	−2,3	4,4	9,6	13,0	14,9	14,2	9,7	4,5	−0,1	−4,5
5	−7,6	−6,7	−2,6	4,0	9,3	12,8	14,6	13,8	9,2	4,0	−0,5	−4,8
6	−7,9	−6,9	−2,8	3,8	9,3	13,0	14,7	13,7	9,0	3,6	−0,7	−5,1
7	−8,0	−7,0	−2,9	3,8	10,0	13,7	15,3	14,0	9,0	3,4	−0,8	−5,2
8	−8,1	−6,9	−2,6	4,6	11,2	14,9	16,5	15,1	9,7	3,4	−0,9	−5,3
9	−7,8	−6,4	−1,8	5,9	12,8	16,5	18,1	16,7	11,1	4,0	−0,6	−5,1
10	−6,9	−5,4	−0,6	7,6	14,7	18,4	19,9	18,6	13,0	5,5	0,2	−4,5
11	−5,6	−4,2	0,8	9,6	16,7	20,2	21,8	20,8	15,1	7,4	1,4	−3,4
12	−4,2	−2,9	2,2	11,5	18,5	21,9	23,6	22,7	17,2	9,5	2,8	−2,1
13	−2,9	−1,8	3,4	13,1	19,9	23,2	25,0	24,3	19,0	11,3	4,0	−1,0
14	−2,0	−1,1	4,2	14,1	20,8	24,1	25,9	25,4	20,1	12,6	4,8	−0,2
15	−1,7	−0,8	4,5	14,4	21,1	24,4	26,2	25,7	20,5	13,0	5,1	0,1
16	−1,8	−0,9	4,4	14,3	21,0	24,3	26,1	25,6	20,4	13,0	5,0	0,1
17	−1,9	−1,0	4,2	14,0	20,6	23,8	25,7	25,2	20,0	12,7	4,9	−0,1
18	−2,2	−1,3	3,9	13,5	19,9	23,2	25,0	24,6	19,5	12,3	4,7	−0,3
19	−2,5	−1,7	3,4	12,8	19,1	22,3	24,2	23,8	18,7	11,8	4,3	−0,6
20	−3,0	−2,1	2,9	11,9	18,0	21,2	23,1	22,7	17,8	11,1	3,9	−0,9

21	−3,5	−2,6	2,2	11,0	16,8	20,0	22,0	21,6	16,8	10,3	3,4	−1,4
22	−4,0	−3,2	1,5	9,9	15,5	18,8	20,7	20,3	15,6	9,4	2,9	−1,8
23	−4,6	−3,7	0,8	8,8	14,2	17,5	19,5	19,1	14,5	8,5	2,4	−2,3
24	−5,2	−4,3	0,1	7,8	13,0	16,3	18,3	17,8	13,3	7,6	1,8	−2,8

Луганськ												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,8	−5,2	−0,2	7,7	12,8	16,2	18,7	17,7	12,8	6,9	1,4	−3,1
2	−6,4	−5,8	−0,9	6,8	11,7	15,2	17,6	16,5	11,7	6,1	0,9	−3,6
3	−7,0	−6,4	−1,5	5,9	10,8	14,3	16,7	15,5	10,7	5,3	0,4	−4,1
4	−7,5	−6,9	−2,0	5,2	10,1	13,7	16,0	14,8	9,8	4,5	−0,1	−4,5
5	−8,0	−7,3	−2,4	4,7	9,7	13,4	15,5	14,2	9,2	4,0	−0,4	−4,8
6	−8,3	−7,6	−2,7	4,5	9,6	13,5	15,4	14,0	9,4	3,5	−0,7	−5,1
7	−8,5	−7,7	−2,8	4,4	9,9	14,2	15,8	14,0	8,6	3,2	−0,9	−5,2
8	−8,5	−7,8	−2,8	5,0	11,1	15,5	16,9	14,9	8,9	3,1	−0,9	−5,3
9	−8,5	−7,4	−2,1	6,4	12,8	17,3	18,7	16,6	10,2	3,4	−0,8	−5,3
10	−7,7	−6,4	−0,9	8,2	15,0	19,4	20,9	18,8	12,2	4,7	0,0	−4,6
11	−6,3	−5,0	0,7	10,4	17,2	21,5	23,1	21,3	14,8	6,7	1,3	−3,5
12	−4,6	−3,4	2,3	12,5	19,4	23,5	25,3	23,7	17,4	9,1	2,7	−2,2
13	−2,9	−2,0	3,7	14,2	21,1	25,0	27,1	25,7	19,6	11,2	4,1	−0,9
14	−1,8	−1,0	4,7	15,4	22,3	26,0	28,2	27,0	21,1	12,8	5,0	0,0
15	−1,4	−0,6	5,0	15,8	22,6	26,4	28,6	27,5	21,6	13,3	5,3	0,3
16	−1,4	−0,7	5,0	15,7	22,5	26,2	28,5	27,4	21,5	13,2	5,3	0,3
17	−1,6	−0,8	4,8	15,4	22,1	25,8	28,0	27,0	21,1	13,0	5,1	0,2
18	−1,9	−1,1	4,4	14,8	21,4	25,1	27,3	26,3	20,5	12,6	4,9	−0,1
19	−2,2	−1,5	4,0	14,1	20,5	24,1	26,4	25,4	19,8	12,0	4,6	−0,4
20	−2,7	−2,0	3,4	13,2	19,4	23,0	25,3	24,3	18,8	11,3	4,1	−0,7
21	−3,3	−2,6	2,7	12,2	18,1	21,6	24,0	23,1	17,7	10,6	3,7	−1,1
22	−3,9	−3,2	2,0	11,1	16,8	20,3	22,7	21,7	16,5	9,7	3,1	−1,6
23	−4,5	−3,9	1,3	10,0	15,4	18,9	21,3	20,4	15,3	8,8	2,6	−2,1
24	−5,2	−4,5	0,5	8,8	14,1	17,5	20,0	19,0	14,0	7,9	2,0	−2,6

Луцьк												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,1	−4,2	−0,5	5,7	10,6	13,4	15,1	14,6	11,0	6,5	1,5	−3,1
2	−5,6	−4,7	−1,1	4,9	9,7	12,6	14,3	13,7	10,2	5,8	1,1	−3,6
3	−6,0	−5,1	−1,6	4,3	9,1	12,0	13,6	13,0	9,4	5,2	0,7	−3,9
4	−6,4	−5,5	−2,0	3,8	8,7	11,7	13,2	12,5	8,9	4,6	0,4	−4,3
5	−6,7	−5,8	−2,3	3,5	8,6	11,6	13,1	12,3	8,5	4,2	0,1	−4,5

6	−6,9	−5,9	−2,5	3,4	8,8	12,0	13,4	12,3	8,3	3,9	−0,1	−4,7
7	−7,1	−6,0	−2,4	3,6	9,6	12,8	14,1	12,9	8,3	3,8	−0,2	−4,8
8	−7,1	−5,8	−2,0	4,5	10,8	14,0	15,3	14,0	9,0	3,8	−0,1	−4,8
9	−6,7	−5,1	−1,1	5,7	12,2	15,5	16,8	15,5	10,2	4,5	0,3	−4,5
10	−5,8	−4,1	0,1	7,3	13,9	17,1	18,4	17,3	11,8	5,8	1,1	−3,8
11	−4,7	−3,0	1,4	8,9	15,6	18,7	20,0	19,0	13,7	7,5	2,1	−2,8
12	−3,4	−1,9	2,7	10,5	17,0	20,1	21,5	20,7	15,4	9,2	3,2	−1,7
13	−2,3	−0,9	3,8	11,7	18,2	21,2	22,7	22,0	16,9	10,7	4,1	−0,8
14	−1,6	−0,2	4,5	12,6	19,0	22,0	23,4	22,9	17,8	11,7	4,8	−0,2
15	−1,3	0,0	4,7	12,8	19,2	22,2	23,7	23,1	18,1	12,0	5,0	0,0
16	−1,4	−0,1	4,6	12,7	19,1	22,1	23,6	23,0	18,0	12,0	5,0	0,0
17	−1,5	−0,2	4,4	12,4	18,7	21,7	23,2	22,6	17,8	11,8	4,8	−0,1
18	−1,7	−0,5	4,1	11,9	18,1	21,0	22,5	22,0	17,3	11,4	4,6	−0,3
19	−2,1	−0,9	3,6	11,3	17,2	20,1	21,7	21,2	16,6	10,9	4,3	−0,6
20	−2,5	−1,3	3,0	10,5	16,2	19,1	20,7	20,3	15,8	10,3	3,9	−0,9
21	−2,9	−1,8	2,4	9,6	15,1	18,0	19,6	19,2	14,9	9,6	3,5	−1,3
22	−3,5	−2,4	1,7	8,6	13,9	16,8	18,4	18,0	14,0	8,9	3,0	−1,8
23	−4,0	−3,0	0,9	7,6	12,7	15,6	17,2	16,8	13,0	8,1	2,5	−2,2
24	−4,5	−3,6	0,2	6,6	11,6	14,4	16,1	15,7	12,0	7,3	2,0	−2,7

Львів												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Сerp.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,0	−3,9	−0,3	5,5	10,2	12,9	14,5	14,3	10,7	6,5	1,5	−3,1
2	−5,6	−4,5	−0,9	4,7	9,4	12,1	13,7	13,4	9,9	5,7	1,0	−3,6
3	−6,1	−5,0	−1,5	4,1	8,8	11,6	13,1	12,7	9,2	5,1	0,5	−4,0
4	−6,5	−5,4	−1,9	3,6	8,4	11,3	12,7	12,3	8,7	4,5	0,2	−4,3
5	−6,8	−5,7	−2,2	3,3	8,3	11,4	12,6	12,0	8,4	4,1	−0,1	−4,6
6	−7,0	−5,8	−2,4	3,2	8,6	11,8	12,9	12,1	8,2	3,8	−0,3	−4,8
7	−7,1	−5,9	−2,3	3,4	9,3	12,6	13,6	12,6	8,4	3,7	−0,4	−4,9
8	−7,1	−5,7	−1,8	4,3	10,4	13,8	14,7	13,7	9,1	3,9	−0,3	−4,8
9	−6,5	−5,0	−0,9	5,5	11,8	15,2	16,1	15,1	10,4	4,7	0,3	−4,4
10	−5,6	−3,9	0,4	7,1	13,4	16,7	17,7	16,8	11,9	6,1	1,2	−3,5
11	−4,3	−2,7	1,8	8,7	15,0	18,1	19,3	18,5	13,6	7,8	2,4	−2,5
12	−3,0	−1,5	3,1	10,3	16,4	19,4	20,7	20,0	15,3	9,5	3,5	−1,4
13	−1,9	−0,4	4,2	11,5	17,5	20,4	21,8	21,3	16,6	11,0	4,5	−0,4
14	−1,1	0,3	4,9	12,4	18,2	21,1	22,5	22,1	17,5	12,0	5,2	0,3
15	−0,9	0,5	5,2	12,6	18,5	21,3	22,8	22,4	17,8	12,3	5,4	0,5
16	−0,9	0,4	5,1	12,5	18,4	21,2	22,7	22,3	17,7	12,2	5,3	0,5

17	−1,1	0,3	4,9	12,2	18,0	20,8	22,3	21,9	17,4	12,0	5,2	0,3
18	−1,3	0,0	4,5	11,7	17,4	20,1	21,7	21,3	16,9	11,6	4,9	0,1
19	−1,7	−0,4	4,0	11,1	16,6	19,3	20,9	20,6	16,3	11,1	4,6	−0,2
20	−2,2	−0,9	3,4	10,3	15,6	18,3	19,9	19,6	15,5	10,4	4,2	−0,6
21	−2,7	−1,5	2,7	9,4	14,5	17,2	18,8	18,6	14,6	9,7	3,7	−1,1
22	−3,3	−2,1	2,0	8,4	13,4	16,0	17,7	17,5	13,6	8,9	3,1	−1,6
23	−3,8	−2,7	1,2	7,4	12,3	14,9	16,6	16,4	12,6	8,1	2,6	−2,1
24	−4,4	−3,3	0,5	6,4	11,2	13,8	15,5	15,3	11,7	7,3	2,0	−2,6

Миколаїв												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−3,4	−2,6	1,4	8,1	13,4	17,1	19,6	19,1	14,5	9,0	3,4	−1,0
2	−3,9	−3,1	0,7	7,2	12,5	16,2	18,7	18,1	13,6	8,2	2,8	−1,5
3	−4,4	−3,6	0,2	6,5	11,8	15,5	17,9	17,3	12,8	7,5	2,4	−1,9
4	−4,8	−4,0	−0,3	6,0	11,3	15,1	17,4	16,7	12,2	6,9	1,9	−2,3
5	−5,2	−4,3	−0,6	5,6	11,0	14,9	17,2	16,4	11,7	6,4	1,6	−2,6
6	−5,4	−4,5	−0,8	5,4	11,1	15,0	17,2	16,3	11,6	6,1	1,4	−2,8
7	−5,5	−4,6	−0,9	5,4	11,7	15,7	17,8	16,6	11,5	5,9	1,2	−2,9
8	−5,6	−4,5	−0,6	6,1	12,7	16,9	18,9	17,6	12,2	5,9	1,2	−3,0
9	−5,3	−4,0	0,2	7,3	14,2	18,4	20,5	19,1	13,5	6,5	1,5	−2,8
10	−4,5	−3,1	1,4	8,9	16,0	20,1	22,2	21,0	15,2	7,8	2,3	−2,2
11	−3,3	−1,9	2,8	10,6	17,7	21,8	24,1	23,0	17,2	9,7	3,5	−1,1
12	−1,9	−0,7	4,2	12,4	19,4	23,4	25,7	24,9	19,1	11,6	4,9	0,1
13	−0,7	0,4	5,4	13,8	20,7	24,7	27,1	26,4	20,7	13,3	6,1	1,2
14	0,1	1,1	6,2	14,7	21,5	25,5	27,9	27,4	21,8	14,5	6,9	1,9
15	0,4	1,4	6,5	15,0	21,8	25,7	28,2	27,7	22,1	14,9	7,2	2,2
16	0,3	1,3	6,4	15,0	21,7	25,6	28,1	27,6	22,0	14,9	7,2	2,2
17	0,2	1,2	6,2	14,7	21,3	25,2	27,7	27,3	21,7	14,6	7,0	2,0
18	0,0	0,9	5,9	14,2	20,7	24,6	27,1	26,7	21,2	14,3	6,8	1,8
19	−0,4	0,6	5,4	13,5	19,9	23,8	26,3	25,9	20,5	13,7	6,5	1,5
20	−0,8	0,1	4,9	12,8	18,9	22,8	25,3	24,9	19,7	13,1	6,0	1,2
21	−1,3	−0,4	4,2	11,9	17,9	21,6	24,2	23,8	18,7	12,4	5,6	0,8
22	−1,8	−0,9	3,5	10,9	16,7	20,5	23,0	22,6	17,7	11,6	5,0	0,4
23	−2,3	−1,5	2,8	10,0	15,5	19,3	21,8	21,4	16,6	10,7	4,5	−0,1
24	−2,9	−2,0	2,1	9,0	14,4	18,1	20,7	20,2	15,5	9,9	3,9	−0,6

Одеса												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−2,0	−1,4	1,9	7,7	13,4	17,3	19,8	19,6	15,4	10,3	5,0	0,4

2	-2,5	-1,9	1,4	7,1	12,8	16,7	19,1	18,9	14,7	9,8	4,5	0,0
3	-2,9	-2,2	1,0	6,7	12,3	16,2	18,6	18,3	14,1	9,3	4,1	-0,4
4	-3,3	-2,6	0,7	6,3	12,0	15,9	18,2	17,9	13,7	8,8	3,7	-0,8
5	-3,6	-2,8	0,5	6,1	11,9	15,9	18,0	17,6	13,3	8,5	3,4	-1,1
6	-3,8	-3,0	0,3	6,0	11,9	16,0	18,1	17,6	13,1	8,2	3,2	-1,3
7	-3,9	-3,1	0,3	6,1	12,3	16,6	18,5	17,8	13,1	8,1	3,1	-1,4
8	-3,9	-3,0	0,5	6,6	13,0	17,4	19,3	18,5	13,5	8,1	3,1	-1,4
9	-3,7	-2,6	1,0	7,4	13,9	18,4	20,4	19,6	14,4	8,5	3,5	-1,2
10	-3,0	-1,8	1,9	8,5	15,0	19,6	21,7	20,9	15,7	9,5	4,3	-0,5
11	-1,9	-0,9	2,9	9,6	16,1	20,8	23,0	22,3	17,2	10,8	5,4	0,5
12	-0,7	0,2	3,9	10,7	17,2	21,8	24,2	23,6	18,6	12,2	6,5	1,7
13	0,4	1,1	4,8	11,6	18,0	22,6	25,2	24,7	19,8	13,4	7,5	2,7
14	1,1	1,7	5,3	12,2	18,6	23,2	25,8	25,4	20,6	14,2	8,2	3,4
15	1,3	1,9	5,5	12,4	18,7	23,3	26,0	25,6	20,9	14,5	8,5	3,6
16	1,3	1,9	5,5	12,3	18,7	23,3	25,9	25,6	20,8	14,5	8,5	3,6
17	1,2	1,7	5,3	12,1	18,4	23,0	25,6	25,3	20,6	14,3	8,3	3,5
18	1,0	1,5	5,1	11,8	18,0	22,5	25,2	24,9	20,2	14,1	8,1	3,3
19	0,7	1,2	4,8	11,4	17,5	21,9	24,6	24,3	19,7	13,7	7,8	3,0
20	0,3	0,9	4,4	10,9	16,9	21,2	23,9	23,6	19,1	13,2	7,4	2,6
21	-0,1	0,4	3,9	10,3	16,2	20,4	23,1	22,9	18,4	12,7	7,0	2,2
22	-0,6	0,0	3,4	9,6	15,5	19,6	22,2	22,0	17,7	12,1	6,5	1,8
23	-1,1	-0,5	2,9	9,0	14,7	18,8	21,4	21,2	16,9	11,5	6,0	1,3
24	-1,5	-1,0	2,4	8,3	14,0	18,0	20,5	20,4	16,1	10,9	5,5	0,9

Полтава												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Сerp.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-6,3	-5,6	-0,9	6,9	12,7	15,7	17,7	17,1	12,3	6,6	0,6	-3,8
2	-6,8	-6,1	-1,4	6,1	11,8	14,8	16,8	16,1	11,5	5,9	0,1	-4,3
3	-7,2	-6,6	-2,0	5,5	11,0	14,1	16,1	15,3	10,7	5,2	-0,3	-4,7
4	-7,6	-7,0	-2,4	4,9	10,5	13,6	15,6	14,7	10,1	4,7	-0,6	-5,0
5	-8,0	-7,3	-2,7	4,6	10,1	13,4	15,3	14,3	9,6	4,2	-0,9	-5,3
6	-8,3	-7,5	-2,9	4,4	10,0	13,4	15,2	14,2	9,3	3,9	-1,1	-5,5
7	-8,4	-7,7	-3,0	4,4	10,3	14,0	15,7	14,4	9,2	3,7	-1,3	-5,7
8	-8,5	-7,7	-2,8	5,0	11,3	15,1	16,7	15,2	9,6	3,6	-1,3	-5,7
9	-8,5	-7,3	-2,2	6,2	12,7	16,6	18,1	16,6	10,7	4,0	-1,0	-5,7
10	-7,8	-6,4	-1,2	7,7	14,5	18,3	19,8	18,5	12,3	5,1	-0,3	-5,1
11	-6,6	-5,2	0,1	9,4	16,3	20,0	21,6	20,4	14,3	6,8	0,7	-4,2
12	-5,2	-3,9	1,4	11,1	18,1	21,6	23,3	22,3	16,3	8,6	1,9	-3,0

13	-3,9	-2,8	2,6	12,4	19,5	22,9	24,6	23,9	17,9	10,3	2,9	-1,9
14	-3,0	-2,0	3,3	13,3	20,5	23,8	25,5	24,9	19,0	11,4	3,6	-1,1
15	-2,7	-1,7	3,6	13,6	20,8	24,0	25,8	25,2	19,4	11,8	3,9	-0,9
16	-2,7	-1,8	3,5	13,6	20,7	23,9	25,7	25,1	19,3	11,7	3,9	-0,9
17	-2,8	-1,9	3,4	13,3	20,3	23,6	25,3	24,8	19,0	11,5	3,7	-1,0
18	-3,1	-2,2	3,1	12,8	19,8	23,0	24,8	24,2	18,5	11,2	3,5	-1,2
19	-3,4	-2,5	2,7	12,2	19,0	22,2	24,0	23,5	17,9	10,7	3,2	-1,5
20	-3,8	-2,9	2,2	11,5	18,1	21,2	23,1	22,6	17,1	10,2	2,9	-1,8
21	-4,2	-3,4	1,6	10,6	17,1	20,1	22,0	21,5	16,3	9,5	2,5	-2,1
22	-4,7	-3,9	1,0	9,7	16,0	19,0	20,9	20,4	15,3	8,8	2,0	-2,5
23	-5,2	-4,5	0,4	8,8	14,8	17,8	19,8	19,3	14,3	8,1	1,5	-3,0
24	-5,7	-5,0	-0,3	7,8	13,7	16,7	18,7	18,2	13,3	7,3	1,1	-3,4

Рівне												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-5,5	-4,6	-0,9	5,6	10,4	13,3	14,9	14,5	10,9	6,3	1,3	-3,4
2	-6,0	-5,1	-1,5	4,8	9,5	12,5	14,1	13,6	10,1	5,6	0,8	-3,8
3	-6,5	-5,6	-2,0	4,1	8,9	11,9	13,5	12,9	9,3	5,0	0,4	-4,2
4	-6,9	-5,9	-2,4	3,6	8,5	11,6	13,1	12,4	8,8	4,4	0,1	-4,5
5	-7,2	-6,2	-2,7	3,3	8,4	11,5	13,0	12,1	8,4	4,0	-0,2	-4,8
6	-7,4	-6,4	-2,8	3,2	8,6	11,9	13,2	12,2	8,2	3,7	-0,3	-5,0
7	-7,5	-6,4	-2,8	3,5	9,4	12,7	14,0	12,8	8,2	3,6	-0,4	-5,1
8	-7,5	-6,2	-2,3	4,3	10,6	13,9	15,1	13,8	8,9	3,6	-0,4	-5,1
9	-7,1	-5,6	-1,4	5,6	12,1	15,3	16,6	15,3	10,1	4,3	0,0	-4,7
10	-6,3	-4,6	-0,3	7,2	13,8	16,9	18,2	17,1	11,7	5,6	0,8	-4,0
11	-5,1	-3,4	1,0	8,8	15,5	18,5	19,8	18,8	13,6	7,3	1,8	-3,0
12	-3,8	-2,2	2,3	10,4	17,0	19,9	21,3	20,5	15,3	9,0	2,9	-1,9
13	-2,7	-1,2	3,3	11,7	18,2	21,0	22,4	21,8	16,8	10,5	3,8	-1,0
14	-1,9	-0,6	4,0	12,5	19,0	21,7	23,2	22,6	17,7	11,5	4,4	-0,3
15	-1,7	-0,4	4,2	12,8	19,2	21,9	23,4	22,9	18,0	11,8	4,6	-0,1
16	-1,7	-0,4	4,2	12,7	19,1	21,8	23,3	22,8	17,9	11,8	4,6	-0,1
17	-1,9	-0,6	4,0	12,4	18,7	21,4	22,9	22,4	17,7	11,6	4,5	-0,3
18	-2,1	-0,9	3,6	11,9	18,1	20,7	22,3	21,8	17,2	11,2	4,2	-0,5
19	-2,4	-1,2	3,1	11,2	17,2	19,9	21,5	21,0	16,5	10,7	3,9	-0,8
20	-2,9	-1,7	2,6	10,4	16,2	18,9	20,5	20,0	15,7	10,1	3,6	-1,1
21	-3,3	-2,2	1,9	9,5	15,0	17,7	19,4	19,0	14,8	9,4	3,2	-1,5
22	-3,8	-2,8	1,2	8,5	13,8	16,6	18,2	17,8	13,9	8,7	2,7	-2,0
23	-4,4	-3,4	0,5	7,5	12,6	15,4	17,0	16,6	12,9	7,9	2,2	-2,4
24	-4,9	-4,0	-0,2	6,5	11,4	14,3	15,9	15,5	11,9	7,1	1,7	-2,9

Сімферополь												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−1,1	−0,7	2,1	7,7	12,3	16,0	18,8	18,5	14,5	9,6	5,0	1,4
2	−1,7	−1,3	1,3	6,8	11,3	15,1	17,9	17,5	13,6	8,8	4,4	0,8
3	−2,3	−1,9	0,6	6,0	10,5	14,3	17,1	16,6	12,7	8,0	3,7	0,3
4	−2,8	−2,4	0,1	5,4	9,9	13,8	16,5	16,0	12,0	7,3	3,2	−0,1
5	−3,2	−2,8	−0,4	4,9	9,6	13,5	16,2	15,5	11,5	6,8	2,8	−0,5
6	−3,5	−3,1	−0,7	4,7	9,5	13,6	16,2	15,4	11,2	6,4	2,5	−0,8
7	−3,7	−3,2	−0,8	4,8	9,8	14,2	16,7	15,6	11,1	6,1	2,3	−1,0
8	−3,8	−3,2	−0,6	5,5	10,8	15,3	17,7	16,5	11,5	6,1	2,2	−1,1
9	−3,7	−2,7	0,3	6,8	12,3	16,9	19,3	18,0	12,7	6,5	2,6	−1,1
10	−3,0	−1,6	1,7	8,6	14,1	18,7	21,1	20,0	14,5	7,9	3,7	−0,3
11	−1,6	−0,2	3,5	10,6	16,1	20,6	23,0	22,1	16,7	9,9	5,2	0,9
12	0,1	1,4	5,3	12,5	17,9	22,3	24,8	24,1	18,9	12,1	7,0	2,5
13	1,7	2,8	6,8	14,1	19,4	23,7	26,2	25,8	20,7	14,1	8,5	3,9
14	2,8	3,7	7,8	15,1	20,4	24,6	27,1	26,9	21,9	15,5	9,6	5,0
15	3,2	4,0	8,2	15,5	20,7	24,9	27,4	27,2	22,3	15,9	10,0	5,3
16	3,2	4,0	8,1	15,4	20,6	24,8	27,3	27,1	22,2	15,9	9,9	5,3
17	3,0	3,8	7,9	15,1	20,3	24,4	26,9	26,8	21,9	15,6	9,7	5,1
18	2,7	3,5	7,5	14,5	19,7	23,7	26,3	26,2	21,4	15,2	9,4	4,9
19	2,4	3,1	6,9	13,8	18,9	22,9	25,5	25,3	20,7	14,7	9,0	4,5
20	1,9	2,6	6,3	13,0	17,9	21,9	24,5	24,4	19,8	14,0	8,5	4,1
21	1,4	2,0	5,5	12,0	16,9	20,7	23,4	23,3	18,9	13,2	7,8	3,6
22	0,8	1,3	4,7	10,9	15,7	19,5	22,3	22,1	17,8	12,4	7,2	3,1
23	0,2	0,7	3,8	9,8	14,5	18,3	21,1	20,9	16,7	11,5	6,5	2,5
24	−0,5	0,0	2,9	8,8	13,4	17,1	19,9	19,6	15,6	10,6	5,7	2,0

Суми												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−7,3	−6,8	−2,0	5,9	11,7	14,7	16,6	15,7	11,0	5,6	−0,3	−4,9
2	−7,9	−7,4	−2,7	5,1	10,7	13,8	15,7	14,7	10,0	4,8	−0,8	−5,3
3	−8,4	−7,9	−3,2	4,4	9,9	13,0	14,9	13,9	9,2	4,2	−1,2	−5,8
4	−8,8	−8,3	−3,6	3,8	9,3	12,5	14,4	13,3	8,6	3,6	−1,5	−6,1
5	−9,2	−8,7	−4,0	3,4	8,9	12,2	14,1	12,8	8,1	3,2	−1,8	−6,4
6	−9,5	−8,9	−4,2	3,2	8,8	12,3	14,0	12,7	7,8	2,8	−2,0	−6,7
7	−9,7	−9,1	−4,3	3,3	9,2	12,9	14,5	12,9	7,7	2,6	−2,2	−6,9
8	−9,8	−9,1	−4,1	3,9	10,2	14,0	15,5	13,7	8,1	2,6	−2,2	−6,9
9	−9,7	−8,6	−3,5	5,1	11,7	15,6	17,0	15,2	9,3	3,0	−1,9	−6,9

10	−9,0	−7,7	−2,3	6,8	13,6	17,4	18,8	17,1	11,0	4,1	−1,2	−6,3
11	−7,7	−6,3	−1,0	8,6	15,6	19,3	20,7	19,2	13,0	5,8	−0,2	−5,2
12	−6,2	−4,9	0,4	10,3	17,5	21,0	22,4	21,1	15,0	7,6	1,0	−4,0
13	−4,8	−3,7	1,6	11,7	19,0	22,4	23,8	22,7	16,7	9,3	2,0	−2,8
14	−3,8	−2,8	2,4	12,7	20,0	23,3	24,7	23,8	17,9	10,4	2,7	−2,0
15	−3,4	−2,5	2,7	13,0	20,4	23,6	25,0	24,1	18,3	10,8	3,0	−1,7
16	−3,5	−2,6	2,6	12,9	20,3	23,5	24,9	24,0	18,2	10,8	3,0	−1,7
17	−3,6	−2,7	2,4	12,6	19,9	23,1	24,5	23,7	17,9	10,6	2,8	−1,8
18	−3,9	−3,0	2,1	12,1	19,3	22,4	23,9	23,1	17,4	10,2	2,6	−2,0
19	−4,2	−3,4	1,7	11,5	18,5	21,6	23,1	22,3	16,8	9,8	2,3	−2,3
20	−4,6	−3,8	1,2	10,7	17,5	20,6	22,2	21,4	16,0	9,2	2,0	−2,6
21	−5,1	−4,4	0,6	9,8	16,4	19,4	21,1	20,3	15,0	8,6	1,6	−3,0
22	−5,6	−5,0	0,0	8,8	15,2	18,2	19,9	19,1	14,0	7,8	1,1	−3,5
23	−6,2	−5,6	−0,7	7,9	14,0	17,0	18,8	18,0	13,0	7,1	0,6	−3,9
24	−6,7	−6,2	−1,4	6,9	12,8	15,8	17,6	16,8	12,0	6,3	0,2	−4,4

Тернопіль												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−5,9	−4,9	−1,2	5,1	10,1	13,0	14,5	14,1	10,5	6,0	0,9	−3,9
2	−6,5	−5,5	−1,9	4,3	9,2	12,1	13,7	13,2	9,6	5,2	0,4	−4,4
3	−7,0	−5,9	−2,4	3,6	8,6	11,6	13,1	12,5	8,9	4,5	0,0	−4,8
4	−7,4	−6,3	−2,8	3,1	8,2	11,2	12,7	12,0	8,3	3,9	−0,4	−5,2
5	−7,7	−6,6	−3,1	2,8	8,1	11,2	12,6	11,8	7,9	3,5	−0,6	−5,5
6	−8,0	−6,8	−3,3	2,7	8,3	11,5	12,8	11,8	7,7	3,1	−0,8	−5,7
7	−8,1	−6,8	−3,2	2,9	9,1	12,4	13,6	12,4	7,7	3,0	−0,9	−5,8
8	−8,1	−6,6	−2,7	3,8	10,3	13,5	14,7	13,5	8,4	3,1	−0,9	−5,8
9	−7,7	−5,9	−1,8	5,1	11,8	15,0	16,2	15,0	9,7	3,8	−0,4	−5,4
10	−6,8	−4,9	−0,6	6,7	13,5	16,6	17,8	16,8	11,4	5,2	0,4	−4,6
11	−5,5	−3,7	0,7	8,5	15,2	18,2	19,4	18,5	13,3	7,0	1,5	−3,5
12	−4,2	−2,5	2,0	10,1	16,7	19,6	20,9	20,2	15,1	8,9	2,6	−2,4
13	−3,0	−1,5	3,1	11,4	17,9	20,7	22,0	21,5	16,6	10,5	3,6	−1,4
14	−2,1	−0,8	3,8	12,3	18,7	21,4	22,8	22,4	17,6	11,7	4,3	−0,7
15	−1,9	−0,6	4,1	12,5	18,9	21,6	23,0	22,6	17,9	12,0	4,5	−0,4
16	−1,9	−0,6	4,0	12,4	18,8	21,5	22,9	22,5	17,8	12,0	4,5	−0,4
17	−2,1	−0,8	3,8	12,1	18,4	21,1	22,5	22,1	17,5	11,7	4,4	−0,6
18	−2,3	−1,1	3,4	11,6	17,8	20,5	21,9	21,5	17,0	11,3	4,1	−0,8
19	−2,7	−1,5	3,0	10,9	16,9	19,6	21,1	20,7	16,4	10,8	3,8	−1,1
20	−3,1	−1,9	2,4	10,1	15,9	18,6	20,1	19,8	15,5	10,1	3,4	−1,5

21	−3,6	−2,5	1,7	9,1	14,7	17,5	19,0	18,7	14,6	9,4	2,9	−1,9
22	−4,2	−3,1	1,0	8,1	13,5	16,3	17,8	17,5	13,6	8,6	2,5	−2,4
23	−4,8	−3,7	0,2	7,1	12,3	15,1	16,6	16,3	12,5	7,7	1,9	−2,9
24	−5,4	−4,3	−0,5	6,1	11,1	14,0	15,5	15,2	11,5	6,9	1,4	−3,4

Ужгород												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−3,5	−1,6	2,7	8,2	12,3	15,0	16,8	16,6	13,0	8,5	3,5	−1,4
2	−4,1	−2,2	2,0	7,3	11,5	14,1	15,9	15,7	12,0	7,6	3,0	−1,9
3	−4,6	−2,8	1,3	6,5	10,8	13,6	15,2	14,9	11,3	6,9	2,5	−2,3
4	−5,0	−3,2	0,8	6,0	10,4	13,3	14,8	14,4	10,7	6,2	2,1	−2,7
5	−5,3	−3,6	0,5	5,7	10,3	13,3	14,7	14,1	10,3	5,8	1,8	−3,0
6	−5,6	−3,8	0,3	5,6	10,5	13,8	14,9	14,2	10,1	5,4	1,5	−3,2
7	−5,7	−3,8	0,3	5,9	11,3	14,7	15,7	14,8	10,3	5,3	1,5	−3,3
8	−5,6	−3,6	0,9	6,8	12,5	16,0	17,0	15,9	11,1	5,5	1,6	−3,2
9	−5,1	−2,8	2,0	8,2	14,1	17,5	18,6	17,5	12,5	6,5	2,2	−2,8
10	−4,0	−1,6	3,5	9,9	15,8	19,1	20,3	19,3	14,3	8,0	3,3	−1,9
11	−2,7	−0,2	5,1	11,7	17,5	20,7	22,0	21,2	16,2	10,0	4,5	−0,8
12	−1,4	1,2	6,7	13,4	19,1	22,1	23,6	22,9	18,1	11,9	5,8	0,4
13	−0,2	2,4	8,0	14,8	20,3	23,2	24,9	24,3	19,6	13,6	6,9	1,4
14	0,6	3,2	8,8	15,7	21,1	23,9	25,7	25,2	20,6	14,7	7,7	2,1
15	0,9	3,4	9,1	16,0	21,3	24,1	25,9	25,5	20,9	15,1	7,9	2,3
16	0,8	3,4	9,1	15,9	21,2	24,0	25,8	25,4	20,8	15,0	7,9	2,2
17	0,7	3,2	8,8	15,6	20,8	23,6	25,4	25,0	20,5	14,7	7,7	2,1
18	0,4	2,8	8,4	15,1	20,1	22,9	24,7	24,3	19,9	14,3	7,4	1,9
19	0,0	2,4	7,8	14,3	19,3	22,0	23,8	23,5	19,2	13,7	7,0	1,5
20	−0,5	1,8	7,1	13,4	18,2	20,9	22,8	22,5	18,3	13,0	6,5	1,1
21	−1,0	1,2	6,3	12,4	17,0	19,7	21,6	21,3	17,3	12,2	6,0	0,7
22	−1,6	0,5	5,4	11,4	15,8	18,4	20,3	20,1	16,2	11,3	5,4	0,2
23	−2,2	−0,2	4,5	10,3	14,6	17,1	19,1	18,9	15,1	10,3	4,8	−0,4
24	−2,9	−0,9	3,6	9,2	13,4	16,0	17,9	17,7	14,0	9,4	4,2	−0,9

Харків												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	−6,6	−6,0	−1,2	6,9	12,8	16,0	17,9	17,2	12,2	6,4	0,3	−4,3
2	−7,1	−6,5	−1,7	6,1	11,9	15,1	17,1	16,3	11,3	5,7	−0,1	−4,7
3	−7,5	−7,0	−2,2	5,4	11,1	14,4	16,4	15,5	10,6	5,1	−0,5	−5,1
4	−7,9	−7,4	−2,6	4,8	10,6	14,0	15,9	15,0	10,0	4,5	−0,9	−5,4
5	−8,3	−7,7	−2,9	4,5	10,2	13,7	15,6	14,6	9,5	4,1	−1,2	−5,7

6	-8,6	-7,9	-3,2	4,3	10,1	13,8	15,5	14,4	9,2	3,7	-1,4	-6,0
7	-8,7	-8,1	-3,2	4,3	10,4	14,3	16,0	14,6	9,2	3,5	-1,5	-6,1
8	-8,8	-8,1	-3,1	5,0	11,4	15,4	16,9	15,4	9,5	3,5	-1,5	-6,2
9	-8,8	-7,7	-2,5	6,1	12,8	16,8	18,4	16,8	10,6	3,9	-1,3	-6,1
10	-8,1	-6,8	-1,4	7,7	14,6	18,5	20,0	18,5	12,2	5,0	-0,6	-5,6
11	-6,9	-5,6	-0,2	9,4	16,4	20,2	21,8	20,4	14,1	6,6	0,4	-4,6
12	-5,5	-4,3	1,1	11,1	18,2	21,7	23,4	22,2	16,0	8,4	1,6	-3,4
13	-4,2	-3,2	2,2	12,5	19,6	23,0	24,7	23,7	17,6	10,0	2,6	-2,3
14	-3,3	-2,4	3,0	13,4	20,6	23,8	25,6	24,7	18,7	11,1	3,3	-1,5
15	-3,0	-2,1	3,2	13,7	20,9	24,1	25,9	25,0	19,0	11,5	3,5	-1,2
16	-3,0	-2,2	3,2	13,7	20,8	24,0	25,8	24,9	19,0	11,5	3,5	-1,2
17	-3,1	-2,3	3,0	13,4	20,4	23,6	25,4	24,6	18,7	11,3	3,4	-1,4
18	-3,4	-2,6	2,7	12,9	19,9	23,0	24,9	24,0	18,2	10,9	3,2	-1,6
19	-3,7	-2,9	2,3	12,3	19,1	22,3	24,1	23,3	17,6	10,5	2,9	-1,8
20	-4,1	-3,3	1,8	11,5	18,2	21,3	23,2	22,4	16,9	9,9	2,5	-2,1
21	-4,5	-3,8	1,3	10,7	17,2	20,3	22,2	21,4	16,0	9,3	2,1	-2,5
22	-5,0	-4,3	0,7	9,7	16,1	19,2	21,1	20,4	15,1	8,6	1,7	-2,9
23	-5,5	-4,9	0,1	8,8	14,9	18,1	20,0	19,3	14,1	7,9	1,2	-3,4
24	-6,0	-5,4	-0,5	7,8	13,8	17,0	18,9	18,2	13,1	7,1	0,8	-3,8

Херсон												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-3,4	-2,6	1,3	7,8	12,8	16,5	19,1	18,5	14,0	8,6	3,4	-0,9
2	-3,9	-3,2	0,6	6,9	11,9	15,5	18,1	17,4	13,0	7,8	2,8	-1,4
3	-4,4	-3,6	0,0	6,1	11,1	14,8	17,3	16,5	12,1	7,0	2,3	-1,8
4	-4,8	-4,0	-0,5	5,5	10,6	14,3	16,8	15,9	11,4	6,3	1,9	-2,2
5	-5,2	-4,4	-0,9	5,0	10,3	14,1	16,5	15,5	10,9	5,8	1,5	-2,6
6	-5,4	-4,6	-1,1	4,8	10,4	14,3	16,5	15,4	10,8	5,4	1,2	-2,8
7	-5,6	-4,7	-1,1	4,9	11,0	15,0	17,2	15,7	10,7	5,2	1,1	-3,0
8	-5,6	-4,6	-0,8	5,6	12,2	16,3	18,4	16,8	11,4	5,2	1,0	-3,0
9	-5,3	-4,1	0,0	6,9	13,8	17,9	20,0	18,5	12,9	5,9	1,3	-2,9
10	-4,5	-3,1	1,3	8,7	15,6	19,8	21,9	20,5	14,8	7,3	2,2	-2,2
11	-3,2	-1,9	2,8	10,6	17,5	21,6	23,9	22,7	16,9	9,3	3,6	-1,0
12	-1,8	-0,6	4,3	12,5	19,3	23,4	25,7	24,7	19,0	11,4	5,0	0,3
13	-0,5	0,5	5,6	14,0	20,7	24,7	27,1	26,4	20,8	13,3	6,4	1,5
14	0,3	1,2	6,4	15,0	21,6	25,6	28,0	27,5	21,9	14,6	7,3	2,3
15	0,6	1,5	6,7	15,4	21,9	25,9	28,3	27,8	22,3	15,0	7,6	2,6
16	0,6	1,4	6,7	15,3	21,8	25,8	28,2	27,7	22,2	15,0	7,5	2,6

17	0,4	1,3	6,5	15,0	21,4	25,3	27,8	27,3	21,9	14,7	7,4	2,5
18	0,2	1,0	6,1	14,5	20,7	24,7	27,1	26,7	21,3	14,3	7,1	2,2
19	-0,2	0,6	5,6	13,8	19,9	23,8	26,3	25,8	20,6	13,7	6,7	1,9
20	-0,6	0,2	5,0	12,9	18,8	22,7	25,2	24,7	19,6	13,0	6,3	1,6
21	-1,1	-0,3	4,3	11,9	17,7	21,5	24,0	23,5	18,6	12,2	5,8	1,1
22	-1,6	-0,9	3,6	10,9	16,4	20,2	22,7	22,3	17,4	11,4	5,2	0,6
23	-2,2	-1,4	2,8	9,8	15,2	18,9	21,4	21,0	16,3	10,5	4,6	0,1
24	-2,8	-2,0	2,0	8,8	14,0	17,6	20,2	19,7	15,1	9,5	4,0	-0,4

Хмельницький												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-5,8	-4,8	-1,0	5,4	10,5	13,4	15,1	14,6	10,8	6,1	1,0	-3,7
2	-6,3	-5,3	-1,6	4,6	9,6	12,6	14,3	13,7	9,9	5,4	0,5	-4,1
3	-6,8	-5,8	-2,1	3,9	8,9	12,0	13,6	12,9	9,1	4,7	0,1	-4,5
4	-7,2	-6,1	-2,5	3,4	8,5	11,7	13,2	12,4	8,5	4,1	-0,3	-4,8
5	-7,6	-6,4	-2,8	3,1	8,4	11,6	13,1	12,2	8,0	3,6	-0,5	-5,1
6	-7,8	-6,6	-3,0	3,0	8,7	12,0	13,4	12,2	7,8	3,3	-0,7	-5,3
7	-7,9	-6,6	-2,9	3,2	9,5	12,8	14,1	12,8	7,9	3,2	-0,8	-5,4
8	-7,9	-6,4	-2,5	4,1	10,7	14,0	15,3	13,9	8,6	3,2	-0,8	-5,4
9	-7,5	-5,8	-1,6	5,4	12,2	15,4	16,8	15,5	9,9	4,0	-0,3	-5,1
10	-6,6	-4,8	-0,4	7,0	13,9	17,0	18,4	17,2	11,7	5,4	0,5	-4,3
11	-5,4	-3,6	0,9	8,8	15,6	18,6	20,0	19,1	13,6	7,1	1,6	-3,3
12	-4,1	-2,4	2,2	10,4	17,1	20,0	21,5	20,7	15,5	9,0	2,7	-2,2
13	-2,9	-1,4	3,3	11,7	18,3	21,1	22,7	22,1	17,0	10,6	3,7	-1,2
14	-2,1	-0,8	4,0	12,6	19,1	21,8	23,4	22,9	18,0	11,7	4,4	-0,6
15	-1,9	-0,6	4,2	12,8	19,4	22,0	23,7	23,2	18,4	12,0	4,6	-0,4
16	-1,9	-0,6	4,1	12,7	19,3	21,9	23,6	23,1	18,3	12,0	4,6	-0,4
17	-2,1	-0,8	3,9	12,4	18,9	21,5	23,2	22,7	18,0	11,7	4,5	-0,5
18	-2,3	-1,1	3,6	11,9	18,2	20,8	22,5	22,1	17,5	11,3	4,2	-0,7
19	-2,7	-1,4	3,1	11,2	17,3	20,0	21,7	21,3	16,8	10,8	3,9	-1,0
20	-3,1	-1,9	2,5	10,4	16,3	19,0	20,7	20,3	15,9	10,2	3,5	-1,4
21	-3,6	-2,4	1,9	9,4	15,1	17,8	19,6	19,2	14,9	9,5	3,0	-1,8
22	-4,1	-3,0	1,2	8,4	13,9	16,7	18,4	18,0	13,9	8,7	2,6	-2,2
23	-4,7	-3,6	0,4	7,4	12,7	15,5	17,2	16,8	12,8	7,8	2,0	-2,7
24	-5,3	-4,2	-0,3	6,4	11,5	14,4	16,1	15,7	11,8	7,0	1,5	-3,2

Черкаси												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-5,9	-5,0	-0,7	6,7	12,0	15,0	16,9	16,4	11,8	6,5	1,2	-3,4

2	-6,4	-5,6	-1,3	5,8	11,1	14,1	16,0	15,4	10,8	5,7	0,7	-3,8
3	-6,9	-6,1	-1,8	5,1	10,3	13,4	15,3	14,6	10,0	5,0	0,3	-4,3
4	-7,4	-6,5	-2,3	4,5	9,8	12,9	14,7	14,0	9,3	4,4	-0,1	-4,6
5	-7,7	-6,8	-2,6	4,1	9,5	12,7	14,5	13,6	8,8	3,9	-0,4	-4,9
6	-8,0	-7,0	-2,8	3,9	9,6	12,9	14,5	13,5	8,7	3,5	-0,7	-5,2
7	-8,1	-7,1	-2,9	4,0	10,2	13,6	15,1	13,9	8,6	3,3	-0,8	-5,3
8	-8,2	-7,1	-2,6	4,7	11,3	14,8	16,3	14,9	9,3	3,3	-0,8	-5,4
9	-7,9	-6,5	-1,8	5,9	12,9	16,4	17,8	16,4	10,7	3,9	-0,6	-5,2
10	-7,0	-5,6	-0,7	7,5	14,7	18,2	19,6	18,3	12,5	5,3	0,2	-4,6
11	-5,7	-4,3	0,7	9,4	16,6	20,0	21,5	20,3	14,6	7,1	1,4	-3,5
12	-4,3	-3,0	2,1	11,1	18,3	21,6	23,2	22,2	16,7	9,1	2,6	-2,2
13	-3,0	-1,9	3,2	12,6	19,7	23,0	24,6	23,7	18,3	10,9	3,8	-1,1
14	-2,1	-1,1	4,0	13,6	20,6	23,8	25,4	24,7	19,5	12,1	4,6	-0,3
15	-1,8	-0,9	4,3	13,9	20,9	24,1	25,7	25,1	19,8	12,5	4,8	0,0
16	-1,9	-0,9	4,2	13,8	20,8	24,0	25,6	25,0	19,7	12,5	4,8	0,0
17	-2,0	-1,1	4,0	13,5	20,4	23,6	25,2	24,6	19,4	12,2	4,7	-0,2
18	-2,3	-1,3	3,7	13,0	19,7	22,9	24,6	24,0	18,9	11,8	4,4	-0,4
19	-2,6	-1,7	3,2	12,3	18,9	22,0	23,8	23,2	18,1	11,3	4,1	-0,7
20	-3,1	-2,2	2,7	11,6	17,9	21,0	22,8	22,2	17,2	10,7	3,7	-1,0
21	-3,6	-2,7	2,1	10,6	16,7	19,8	21,6	21,1	16,2	9,9	3,3	-1,5
22	-4,1	-3,3	1,4	9,7	15,5	18,6	20,4	19,9	15,1	9,1	2,8	-1,9
23	-4,7	-3,8	0,7	8,7	14,3	17,3	19,2	18,7	14,0	8,2	2,3	-2,4
24	-5,3	-4,4	0,0	7,7	13,1	16,1	18,0	17,5	12,9	7,4	1,7	-2,9

Чернівці												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-5,0	-3,6	0,3	6,4	11,3	14,3	16,0	15,4	11,8	7,2	1,7	-3,0
2	-5,6	-4,1	-0,4	5,5	10,4	13,5	15,2	14,6	10,9	6,3	1,1	-3,5
3	-6,1	-4,6	-0,9	4,9	9,8	12,9	14,6	13,9	10,2	5,6	0,6	-3,9
4	-6,5	-5,0	-1,4	4,3	9,4	12,6	14,2	13,4	9,6	5,0	0,2	-4,3
5	-6,8	-5,3	-1,7	4,0	9,3	12,6	14,1	13,2	9,1	4,5	-0,1	-4,6
6	-7,0	-5,4	-1,8	3,9	9,6	12,9	14,3	13,2	8,9	4,2	-0,3	-4,8
7	-7,2	-5,5	-1,8	4,2	10,3	13,7	15,1	13,8	9,0	4,0	-0,4	-4,9
8	-7,2	-5,3	-1,3	5,1	11,4	14,9	16,2	14,8	9,7	4,1	-0,4	-4,9
9	-6,8	-4,6	-0,3	6,4	12,9	16,3	17,6	16,3	11,0	4,9	0,2	-4,5
10	-5,8	-3,6	0,9	8,0	14,5	17,8	19,1	18,0	12,7	6,4	1,1	-3,7
11	-4,6	-2,4	2,4	9,8	16,1	19,3	20,6	19,7	14,6	8,2	2,4	-2,6
12	-3,3	-1,2	3,7	11,4	17,6	20,7	22,0	21,3	16,4	10,2	3,7	-1,3

13	-2,1	-0,2	4,8	12,7	18,7	21,7	23,1	22,5	17,9	11,8	4,8	-0,3
14	-1,3	0,5	5,6	13,6	19,4	22,4	23,9	23,4	18,9	13,0	5,6	0,5
15	-1,0	0,7	5,8	13,9	19,7	22,6	24,1	23,6	19,3	13,4	5,8	0,7
16	-1,1	0,6	5,8	13,8	19,6	22,5	24,0	23,5	19,2	13,3	5,8	0,7
17	-1,2	0,5	5,5	13,5	19,2	22,1	23,6	23,2	18,9	13,1	5,6	0,6
18	-1,5	0,2	5,2	12,9	18,6	21,5	23,0	22,6	18,4	12,7	5,4	0,3
19	-1,8	-0,2	4,7	12,3	17,7	20,7	22,2	21,8	17,7	12,1	5,0	0,0
20	-2,3	-0,7	4,0	11,4	16,8	19,7	21,3	20,9	16,9	11,4	4,5	-0,4
21	-2,8	-1,2	3,3	10,5	15,7	18,6	20,2	19,8	15,9	10,7	4,0	-0,9
22	-3,3	-1,8	2,6	9,4	14,5	17,5	19,1	18,7	14,9	9,8	3,4	-1,4
23	-3,9	-2,4	1,8	8,4	13,4	16,3	18,0	17,6	13,8	8,9	2,9	-1,9
24	-4,5	-3,0	1,0	7,4	12,3	15,3	16,9	16,5	12,8	8,0	2,3	-2,4

Чернігів												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	-6,8	-6,0	-1,5	5,7	11,2	14,0	16,1	15,2	10,7	5,6	0,2	-4,2
2	-7,4	-6,7	-2,2	4,9	10,2	13,1	15,2	14,2	9,7	4,8	-0,3	-4,7
3	-7,9	-7,2	-2,7	4,2	9,5	12,5	14,5	13,4	8,9	4,1	-0,7	-5,1
4	-8,3	-7,7	-3,2	3,6	8,9	12,0	14,0	12,8	8,2	3,5	-1,0	-5,5
5	-8,7	-8,0	-3,5	3,3	8,7	11,9	13,7	12,5	7,8	3,0	-1,3	-5,8
6	-9,0	-8,3	-3,7	3,1	8,7	12,2	13,8	12,4	7,5	2,7	-1,5	-6,0
7	-9,1	-8,4	-3,8	3,3	9,3	13,0	14,4	12,7	7,5	2,5	-1,6	-6,1
8	-9,2	-8,3	-3,5	4,0	10,5	14,3	15,5	13,7	8,1	2,5	-1,6	-6,1
9	-8,9	-7,7	-2,7	5,3	12,1	15,8	17,0	15,2	9,3	3,1	-1,3	-5,9
10	-8,0	-6,6	-1,5	6,9	13,9	17,6	18,7	17,1	11,1	4,4	-0,5	-5,2
11	-6,6	-5,3	-0,1	8,7	15,8	19,4	20,5	19,1	13,2	6,2	0,6	-4,1
12	-5,2	-3,8	1,3	10,3	17,5	20,9	22,2	21,0	15,2	8,1	1,7	-2,9
13	-3,8	-2,6	2,5	11,7	18,9	22,2	23,5	22,5	16,8	9,8	2,7	-1,8
14	-2,9	-1,7	3,3	12,6	19,8	23,0	24,4	23,5	18,0	10,9	3,4	-1,1
15	-2,6	-1,4	3,6	12,9	20,1	23,3	24,7	23,8	18,3	11,3	3,6	-0,9
16	-2,7	-1,5	3,5	12,8	20,0	23,2	24,6	23,7	18,2	11,3	3,6	-0,9
17	-2,8	-1,6	3,3	12,5	19,6	22,7	24,2	23,4	17,9	11,0	3,5	-1,0
18	-3,1	-2,0	3,0	12,0	19,0	22,1	23,6	22,8	17,4	10,7	3,2	-1,2
19	-3,5	-2,4	2,5	11,3	18,1	21,2	22,8	22,0	16,7	10,2	2,9	-1,5
20	-3,9	-2,9	2,0	10,5	17,1	20,1	21,8	21,0	15,9	9,5	2,6	-1,9
21	-4,4	-3,4	1,3	9,6	15,9	18,9	20,7	19,9	14,9	8,8	2,1	-2,3
22	-5,0	-4,1	0,6	8,6	14,7	17,6	19,5	18,7	13,9	8,0	1,7	-2,8
23	-5,6	-4,7	-0,1	7,6	13,5	16,3	18,3	17,5	12,8	7,2	1,2	-3,3
24	-6,2	-5,4	-0,8	6,6	12,3	15,1	17,2	16,3	11,7	6,4	0,7	-3,7

Ялта												
Година	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
1	3,3	3,1	4,4	8,2	12,9	16,6	20,6	20,4	16,8	12,2	8,4	5,4
2	2,7	2,5	3,6	7,3	11,9	15,7	19,7	19,4	15,9	11,4	7,8	4,8
3	2,1	1,9	2,9	6,5	11,1	14,9	18,9	18,5	15,0	10,6	7,1	4,3
4	1,6	1,4	2,4	5,9	10,5	14,4	18,3	17,9	14,3	9,9	6,6	3,9
5	1,2	1,0	1,9	5,4	10,2	14,1	18,0	17,4	13,8	9,4	6,2	3,5
6	0,9	0,7	1,6	5,2	10,1	14,2	18,0	17,3	13,5	9,0	5,9	3,2
7	0,7	0,6	1,5	5,3	10,4	14,8	18,5	17,5	13,4	8,7	5,7	3,0
8	0,6	0,6	1,7	6,0	11,4	15,9	19,5	18,4	13,8	8,7	5,6	2,9
9	0,7	1,1	2,6	7,3	12,9	17,5	21,1	19,9	15,0	9,1	6,0	2,9
10	1,4	2,2	4,0	9,1	14,7	19,3	22,9	21,9	16,8	10,5	7,1	3,7
11	2,8	3,6	5,8	11,1	16,7	21,2	24,8	24,0	19,0	12,5	8,6	4,9
12	4,5	5,2	7,6	13,0	18,5	22,9	26,6	26,0	21,2	14,7	10,4	6,5
13	6,1	6,6	9,1	14,6	20,0	24,3	28,0	27,7	23,0	16,7	11,9	7,9
14	7,2	7,5	10,1	15,6	21,0	25,2	28,9	28,8	24,2	18,1	13,0	9,0
15	7,6	7,8	10,5	16,0	21,3	25,5	29,2	29,1	24,6	18,5	13,4	9,3
16	7,6	7,8	10,4	15,9	21,2	25,4	29,1	29,0	24,5	18,5	13,3	9,3
17	7,4	7,6	10,2	15,6	20,9	25,0	28,7	28,7	24,2	18,2	13,1	9,1
18	7,1	7,3	9,8	15,0	20,3	24,3	28,1	28,1	23,7	17,8	12,8	8,9
19	6,8	6,9	9,2	14,3	19,5	23,5	27,3	27,2	23,0	17,3	12,4	8,5
20	6,3	6,4	8,6	13,5	18,5	22,5	26,3	26,3	22,1	16,6	11,9	8,1
21	5,8	5,8	7,8	12,5	17,5	21,3	25,2	25,2	21,2	15,8	11,2	7,6
22	5,2	5,1	7,0	11,4	16,3	20,1	24,1	24,0	20,1	15,0	10,6	7,1
23	4,6	4,5	6,1	10,3	15,1	18,9	22,9	22,8	19,0	14,1	9,9	6,5
24	3,9	3,8	5,2	9,3	14,0	17,7	21,7	21,5	17,9	13,2	9,1	6,0

Таблиця А.4 — Середньомісячні дози сумарної сонячної радіації, осередненої для однієї години, що надходять на горизонтальну та вертикальну поверхні різного орієнтування за середніх умов хмарності

Місто	Місяць	Сонячна радіація, Вт/м ²								
		поверхня								
		вертикальна								горизонтальна
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вінниця	I	14	15	21	37	48	39	23	15	34
	II	22	24	35	55	68	58	37	24	59
	III	34	40	56	75	85	78	59	40	99
	IV	39	52	74	88	87	84	71	51	145
	V	53	76	99	102	93	101	93	64	202
	VI	62	81	105	100	88	99	97	81	215
	VII	59	80	104	101	91	98	98	78	207
	VIII	43	64	96	102	99	102	85	62	180
	IX	28	41	70	91	102	92	66	41	133
	X	19	22	40	65	79	65	39	21	75
	XI	10	11	18	32	41	33	18	11	33
	XII	10	10	15	27	35	28	15	10	24
Дніпро	I	13	13	21	37	50	40	25	13	33
	II	23	24	36	58	72	62	38	24	63
	III	31	38	57	79	91	83	61	39	108
	IV	40	56	81	97	99	94	78	55	159
	V	55	81	108	112	102	110	101	79	221
	VI	67	94	119	114	98	113	112	90	247
	VII	61	87	116	115	101	112	111	86	236
	VIII	44	69	108	118	111	117	96	68	204
	IX	29	46	81	109	122	110	76	46	154
	X	18	22	46	77	95	77	44	22	84
	XI	10	12	20	38	49	39	20	12	37
	XII	9	9	15	28	36	29	15	9	24

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Донецьк	I	12	13	19	32	42	34	20	13	30
	II	22	24	36	57	71	61	38	24	62
	III	31	38	57	79	91	82	61	39	107
	IV	39	55	79	95	95	92	76	54	157
	V	55	81	108	113	101	109	102	79	221
	VI	64	90	113	108	93	108	106	87	238
	VII	61	86	115	114	99	111	111	85	234
	VIII	44	69	103	118	110	118	97	68	205
	IX	28	45	81	108	120	109	76	45	152
	X	18	22	48	84	102	83	43	21	88
	XI	10	11	19	37	49	38	19	11	35
	XII	10	10	15	29	37	30	16	10	25
Житомир	I	13	13	19	32	41	34	20	13	30
	II	22	24	34	53	66	56	36	24	57
	III	34	40	56	74	84	78	59	40	98
	IV	38	51	73	87	87	83	70	50	142
	V	53	75	97	102	93	100	92	72	197
	VI	63	84	105	102	91	100	99	82	215
	VII	59	78	100	101	90	97	96	77	208
	VIII	42	63	89	102	100	102	85	64	177
	IX	29	41	67	87	96	86	64	41	126
	X	18	21	38	62	75	60	37	21	70
	XI	10	11	17	29	37	29	17	11	31
	XII	9	9	13	24	30	24	13	9	21
Запоріжжя	I	13	13	19	36	49	40	22	13	34
	II	22	24	36	58	73	62	39	24	64
	III	31	40	57	79	91	83	61	38	109
	IV	40	56	81	98	98	95	79	56	161
	V	55	81	109	113	101	110	102	80	223
	VI	66	94	118	113	97	113	111	93	248
	VII	61	88	117	116	100	112	112	89	237
	VIII	45	70	105	120	112	120	98	69	208
	IX	29	46	83	110	123	112	78	46	156
	X	18	23	47	81	99	81	46	22	87
	XI	10	12	20	39	50	40	20	12	38
	XII	9	10	15	29	37	29	15	10	26

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Івано-Франківськ	I	13	13	20	34	44	36	21	14	32
	II	23	24	35	55	67	58	37	24	60
	III	31	37	52	71	81	74	55	37	97
	IV	38	50	69	81	81	79	81	49	137
	V	51	71	91	95	87	92	86	69	186
	VI	59	78	96	91	81	91	90	74	197
	VII	55	72	90	89	80	87	86	70	183
	VIII	43	60	84	94	91	94	80	59	169
	IX	29	38	57	73	81	73	60	38	111
	X	18	21	40	65	82	64	42	21	74
	XI	11	12	17	29	39	30	17	12	33
	XII	10	10	14	24	31	25	14	10	23
Київ	I	13	14	21	38	50	40	22	14	32
	II	24	25	36	57	70	60	38	25	59
	III	35	41	58	78	90	81	61	41	101
	IV	39	53	77	92	92	88	73	52	149
	V	56	79	104	110	101	107	99	77	211
	VI	67	88	111	110	96	106	105	86	228
	VII	61	83	108	109	98	106	104	81	220
	VIII	40	65	93	107	106	106	89	63	185
	IX	29	41	70	91	102	91	66	41	130
	X	19	22	38	62	75	61	37	21	71
	XI	11	12	17	30	39	32	17	12	31
	XII	9	9	14	27	35	28	15	9	22
Кропивницький	I	14	14	23	42	56	45	24	15	36
	II	25	26	38	59	73	63	41	26	64
	III	32	39	57	79	91	83	61	40	107
	IV	40	56	81	96	96	93	77	55	158
	V	55	81	106	112	100	109	100	78	219
	VI	67	96	120	117	101	115	113	92	252
	VII	61	87	116	116	102	113	112	86	237
	VIII	44	68	101	116	110	112	95	67	202
	IX	28	45	80	107	119	104	75	45	151
	X	20	24	46	77	93	72	45	24	85
	XI	12	12	20	36	47	34	20	12	37
	XII	9	9	15	29	37	25	16	9	24

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Луганськ	I	12	12	18	32	43	34	19	12	29
	II	22	24	36	57	73	61	38	24	62
	III	31	38	57	80	95	83	62	39	106
	IV	39	55	80	95	97	92	77	54	157
	V	55	81	109	114	103	111	102	79	221
	VI	64	90	113	109	95	107	106	86	235
	VII	60	85	113	113	100	110	109	84	230
	VIII	44	68	101	116	115	116	96	68	201
	IX	28	44	80	105	122	106	75	44	149
	X	17	21	47	82	102	81	45	21	85
	XI	10	11	20	38	51	39	20	11	35
	XII	9	9	14	28	37	29	15	9	23
Луцьк	I	12	12	18	31	40	32	19	12	28
	II	21	23	32	50	62	53	34	23	54
	III	31	37	52	70	81	73	56	37	95
	IV	39	50	71	86	83	80	68	49	137
	V	51	70	91	95	88	93	85	68	183
	VI	61	79	97	96	86	93	93	77	200
	VII	58	75	94	96	86	93	91	74	192
	VIII	43	60	84	95	93	94	80	59	167
	IX	29	38	59	76	84	76	57	38	112
	X	18	20	35	56	68	55	34	20	65
	XI	10	10	15	27	33	27	15	11	29
	XII	8	8	12	22	27	22	12	8	19
Львів	I	13	13	19	33	43	35	21	13	30
	II	22	24	34	53	65	56	36	24	57
	III	34	39	54	72	83	75	57	39	97
	IV	38	49	70	82	83	79	67	49	136
	V	52	71	91	95	87	93	86	68	184
	VI	59	77	95	93	83	91	90	75	196
	VII	55	71	89	90	81	87	87	70	183
	VIII	43	60	82	93	91	93	79	58	165
	IX	29	38	58	73	81	73	56	38	111
	X	18	21	38	61	74	60	36	20	69
	XI	11	12	17	28	37	29	17	12	31
	XII	9	9	13	24	29	24	13	9	21

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Миколаїв	I	13	13	22	41	55	44	24	14	38
	II	22	24	36	59	77	62	40	24	67
	III	30	38	56	78	100	80	60	38	110
	IV	41	58	84	101	100	98	81	57	167
	V	56	82	111	115	101	112	105	80	228
	VI	68	96	123	116	99	116	115	90	257
	VII	63	90	121	118	103	116	118	90	249
	VIII	45	73	106	122	118	122	103	71	217
	IX	30	47	83	113	123	113	79	47	160
	X	21	26	53	88	106	87	49	25	98
	XI	12	13	21	39	51	41	21	13	41
	XII	10	10	16	31	41	31	16	10	29
Одеса	I	13	13	22	41	55	43	24	13	38
	II	21	22	34	57	72	60	37	22	65
	III	29	37	55	78	88	79	60	37	110
	IV	40	60	87	105	104	103	84	58	175
	V	54	82	112	118	102	116	106	80	234
	VI	65	95	122	115	96	116	114	93	257
	VII	61	92	125	119	103	118	122	92	258
	VIII	43	74	112	128	119	128	108	73	227
	IX	29	48	86	117	127	117	81	47	166
	X	20	25	52	87	105	86	51	25	97
	XI	12	13	22	41	54	42	22	13	42
	XII	9	9	15	31	41	31	16	9	28
Полтава	I	12	13	21	39	51	40	22	14	32
	II	24	25	38	60	74	64	40	25	62
	III	32	39	58	76	93	83	62	40	106
	IV	40	55	80	96	96	93	77	54	155
	V	55	74	108	114	102	111	102	77	217
	VI	67	93	119	115	100	113	111	90	243
	VII	60	86	115	115	102	112	110	84	231
	VIII	44	69	101	117	113	115	96	67	199
	IX	28	43	75	103	115	102	73	43	143
	X	18	22	41	71	86	69	41	22	77
	XI	10	11	19	35	45	36	19	11	34
	XII	9	9	14	28	36	28	15	9	22

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Рівне	I	13	13	19	31	40	33	20	13	29
	II	21	23	33	52	64	54	35	23	55
	III	32	38	54	72	83	75	57	38	96
	IV	38	50	71	84	84	81	68	49	138
	V	52	71	92	96	89	94	87	69	186
	VI	61	79	98	97	87	95	93	78	203
	VII	59	76	95	96	87	94	92	74	195
	VIII	43	62	87	100	98	98	83	60	174
	IX	29	38	60	77	86	77	57	38	113
	X	18	21	35	56	68	55	35	21	66
	XI	10	10	15	26	33	27	15	10	28
	XII	9	9	12	22	28	22	13	9	20
Сімферополь	I	13	14	22	41	55	43	24	14	40
	II	24	26	38	60	74	62	41	26	72
	III	32	40	58	82	91	83	63	41	116
	IV	42	61	86	101	101	99	83	59	176
	V	53	79	108	112	95	111	102	74	228
	VI	62	93	119	111	91	112	110	89	255
	VII	57	88	120	114	96	113	116	88	250
	VIII	41	68	100	114	106	114	98	68	209
	IX	29	47	81	111	118	110	78	46	162
	X	21	27	55	89	111	88	53	24	105
	XI	14	15	27	49	66	51	27	15	52
	XII	11	11	18	35	46	35	18	11	34
Суми	I	12	13	19	35	46	37	21	13	29
	II	22	24	40	58	71	61	38	24	58
	III	33	40	60	83	97	87	63	41	102
	IV	39	54	80	96	97	91	76	53	152
	V	55	78	105	111	102	107	100	76	211
	VI	64	88	112	112	97	109	106	86	230
	VII	59	85	112	114	101	111	108	82	224
	VIII	42	67	97	112	110	111	92	65	189
	IX	28	41	73	99	110	99	69	41	134
	X	17	21	39	65	79	63	37	20	70
	XI	9	10	17	30	39	31	17	10	29
	XII	8	8	14	28	36	29	14	8	20

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тернопіль	I	13	14	20	34	44	35	21	14	31
	II	23	24	34	52	65	56	36	24	57
	III	32	38	54	72	83	75	57	38	97
	IV	38	49	69	83	82	79	67	49	137
	V	52	72	93	97	88	94	88	69	189
	VI	59	78	96	93	83	91	91	76	198
	VII	55	72	90	90	81	88	87	70	185
	VIII	43	61	85	96	93	96	81	59	170
	IX	29	39	60	76	83	76	57	39	114
	X	18	21	39	63	77	62	38	21	71
	XI	11	12	17	29	36	29	17	12	31
	XII	9	9	13	24	30	24	14	9	21
Ужгород	I	14	15	21	35	45	37	22	15	34
	II	21	22	34	56	69	60	37	22	62
	III	28	35	53	75	87	78	57	35	105
	IV	38	51	69	81	81	79	68	50	139
	V	51	71	92	96	87	94	87	70	190
	VI	61	80	97	93	82	94	92	78	204
	VII	59	79	101	100	88	97	97	78	207
	VIII	44	64	91	103	97	103	86	63	183
	IX	31	44	71	90	99	91	67	44	135
	X	19	22	40	69	83	68	41	22	78
	XI	12	13	19	32	41	33	19	13	36
	XII	9	10	14	27	34	27	15	10	24
Харків	I	12	12	19	34	44	35	20	13	29
	II	24	26	36	60	75	63	40	26	62
	III	33	40	60	83	97	87	63	40	105
	IV	39	54	81	96	97	93	77	54	155
	V	56	81	107	113	103	110	101	78	216
	VI	64	89	115	112	97	108	107	87	234
	VII	60	85	113	114	100	110	109	83	227
	VIII	44	68	100	116	112	115	95	66	196
	IX	28	42	76	101	113	129	72	42	140
	X	18	21	42	71	87	69	40	21	75
	XI	10	11	19	79	46	36	19	11	32
	XII	9	9	14	29	37	29	15	9	22

Продовження таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Херсон	I	13	14	22	40	53	43	24	14	38
	II	22	24	36	57	72	60	38	24	67
	III	31	38	57	80	91	81	62	38	112
	IV	41	58	83	98	98	96	79	57	167
	V	56	83	111	116	101	114	105	80	231
	VI	67	95	120	114	96	114	112	92	252
	VII	62	90	121	118	102	114	117	90	248
	VIII	45	74	108	124	116	124	103	73	220
	IX	30	48	84	114	123	113	80	47	163
	X	21	27	53	89	108	88	52	26	100
	XI	12	14	22	39	51	41	22	14	42
	XII	10	10	16	32	41	32	17	10	30
Хмельницький	I	13	14	20	35	44	36	22	14	32
	II	23	24	34	53	67	56	33	24	57
	III	34	39	55	74	84	77	58	40	98
	IV	38	51	72	82	86	83	69	50	141
	V	52	72	94	98	89	96	89	70	192
	VI	60	80	100	97	84	95	94	78	206
	VII	56	76	96	96	85	94	93	74	197
	VIII	42	61	87	98	95	98	83	60	173
	IX	29	41	68	87	96	87	64	41	127
	X	18	21	39	63	76	62	38	21	71
	XI	10	11	17	29	37	30	17	11	31
	XII	9	10	14	25	31	26	15	10	22
Черкаси	I	13	14	21	38	51	40	23	14	34
	II	24	26	37	58	72	61	39	26	62
	III	33	40	57	78	91	82	61	40	104
	IV	40	54	78	93	93	90	75	53	152
	V	56	80	105	111	101	109	100	77	214
	VI	67	92	117	113	99	111	110	94	239
	VII	60	85	112	112	99	109	108	83	227
	VIII	44	68	99	113	87	113	93	66	195
	IX	29	44	77	101	114	101	73	44	143
	X	19	22	41	67	81	66	40	22	76
	XI	11	12	19	34	43	34	19	12	34
	XII	9	9	14	28	36	28	15	9	22

Кінець таблиці А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Чернівці	I	14	14	21	35	46	38	22	15	34
	II	23	24	35	55	68	59	37	24	60
	III	32	38	53	72	81	74	57	38	99
	IV	38	50	69	81	81	78	66	49	137
	V	52	72	93	96	87	94	88	70	192
	VI	59	80	97	94	82	94	92	77	204
	VII	57	77	98	97	86	94	94	75	200
	VIII	42	61	86	97	91	97	81	60	173
	IX	30	41	67	86	95	88	64	41	129
	X	19	22	42	69	83	68	41	22	78
	XI	12	12	18	30	38	31	18	12	34
	XII	10	10	15	26	32	26	15	10	24
Чернігів	I	12	12	18	31	40	32	18	12	27
	II	22	24	33	53	64	55	34	24	54
	III	34	41	57	82	94	85	61	41	102
	IV	39	52	78	93	94	89	75	51	148
	V	53	77	102	108	100	103	96	73	203
	VI	68	90	111	114	100	110	110	87	230
	VII	61	84	108	111	99	108	104	81	217
	VIII	43	66	95	108	107	106	91	64	184
	IX	29	40	66	87	96	88	64	40	123
	X	18	20	36	57	69	56	34	20	65
	XI	10	10	15	27	34	27	15	10	27
	XII	8	9	12	21	27	22	12	9	18

Таблиця А.5 — Середньомісячні значення абсолютного вологовмісту зовнішнього повітря

Населений пункт	Абсолютний вологовміст, г/кг, для місяця											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Вінниця	2,1	2,3	3,2	4,8	6,9	8,9	10,1	9,5	7,5	5,4	3,9	2,6
Дніпро	2,2	2,3	3,4	5,2	7,20	9,4	10,5	9,6	7,6	5,4	4,0	2,7
Донецьк	2,1	2,2	3,3	5,0	7,0	9,2	10,2	9,1	7,2	5,2	3,8	2,6
Житомир	2,1	2,3	3,2	4,9	6,9	9,0	10,1	9,6	7,4	5,4	3,9	2,7
Запоріжжя	2,4	2,5	3,5	5,3	7,4	9,7	10,8	10,1	7,9	5,7	4,2	3,0
Івано-Франківськ	2,2	2,5	3,4	5,0	7,2	9,0	10,2	9,9	7,8	5,5	4,0	2,7
Київ	2,1	2,2	3,1	4,8	6,8	9,1	10,1	9,5	7,5	5,3	3,8	2,6

Кінець таблиці А.5

Населений пункт	Абсолютний вологовміст, г/кг, для місяця											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Кропивницький	2,1	2,3	3,2	4,9	6,8	8,8	10,0	9,3	7,2	5,2	3,9	2,7
Луганськ	2,0	2,1	3,2	5,0	6,9	9,2	10,5	9,4	7,2	5,1	3,4	2,6
Луцьк	2,3	2,5	3,4	5,0	7,2	9,0	10,0	9,6	7,7	5,6	4,0	2,7
Львів	2,3	2,5	3,4	4,9	7,1	8,9	9,8	9,6	7,6	5,6	4,0	2,7
Миколаїв	2,5	2,7	3,7	5,4	7,5	9,5	10,5	9,9	8,0	5,9	4,4	3,1
Одеса	2,7	2,9	3,7	5,5	7,9	10,0	11,1	10,7	8,6	6,4	4,8	3,5
Полтава	2,0	2,1	3,1	4,8	6,8	8,9	10,1	9,3	7,1	5,2	3,7	2,5
Рівне	2,2	2,4	3,3	4,9	7,0	8,9	10,0	9,6	7,5	5,5	4,0	2,7
Сімферополь	3,1	3,3	3,9	5,5	7,5	9,6	10,6	10,4	8,4	6,3	5,0	3,9
Суми	1,8	1,9	2,9	4,8	6,7	9,0	10,3	9,5	7,1	5,0	3,5	2,3
Тернопіль	2,1	2,3	3,3	4,9	7,0	8,8	9,8	9,5	7,6	5,5	3,9	2,6
Ужгород	2,5	2,8	3,7	5,0	7,4	9,1	10,1	10,0	8,8	5,9	4,4	3,0
Харків	1,9	2,0	3,1	4,9	6,7	8,9	10,2	9,3	7,2	5,1	3,6	2,4
Херсон	2,6	2,7	3,7	5,4	7,4	9,5	10,5	10,0	8,0	5,9	4,5	3,2
Хмельницький	2,2	2,4	3,3	4,9	7,1	9,0	10,3	9,7	7,6	5,5	4,0	2,7
Черкаси	2,1	2,2	3,2	5,0	7,0	9,2	10,4	9,8	7,4	5,3	3,9	2,6
Чернівці	2,2	2,6	3,5	5,1	7,3	9,2	10,2	10,1	7,7	5,7	4,0	2,7
Чернігів	1,9	2,1	3,0	4,8	6,9	9,0	10,1	9,6	7,3	5,2	3,7	2,5
Ялта	3,8	2,0	2,9	4,8	7,1	8,1	8,3	7,8	6,1	4,6	3,2	2,1

Таблиця А.6 — Розрахункова тривалість періоду охолодження

Місто	Тривалість періоду охолодження, год	Місто	Тривалість періоду охолодження, год
Вінниця	676	Полтава	921
Дніпро	1137	Рівне	554
Донецьк	952	Сімферополь	1226
Житомир	645	Суми	799
Запоріжжя	1350	Тернопіль	523
Івано-Франківськ	615	Ужгород	1015
Київ	829	Харків	952
Кропивницький	952	Херсон	1410
Луганськ	1411	Хмельницький	615
Луцьк	615	Черкаси	891
Львів	462	Чернівці	707
Миколаїв	1441	Чернігів	706
Одеса	1107	Ялта	1653

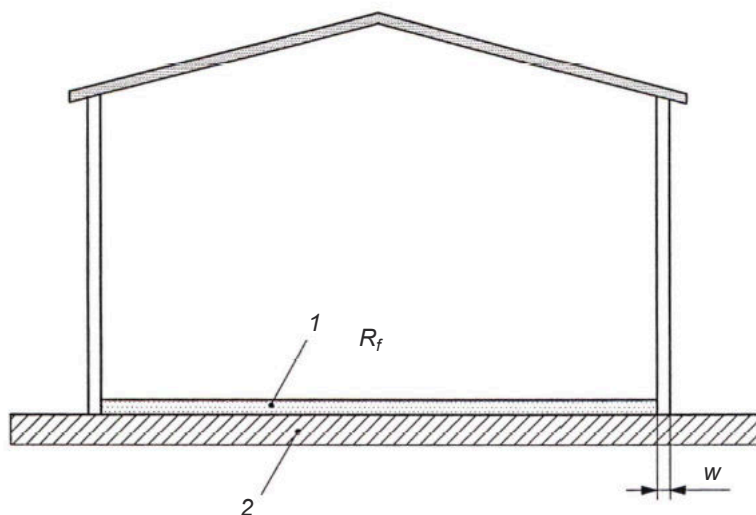
ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

ПОРЯДОК ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ДО ҐРУНТУ

Б.1 Теплопередача до ґрунту за стаціонарних умов

Б.1.1 Підлога на ґрунті

Б.1.1.1 Приклад підлоги на ґрунті зображено на рисунку Б.1.



Умовні позначки:
1 — шар підлоги;
2 — ґрунт;
w — товщина зовнішніх стін;
 R_f — термічний опір підлоги.

Рисунок Б.1 — Будівля з підлогою на ґрунті

Б.1.1.2 Коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті U , Вт/(м²·К), визначають за формулами:
— якщо $d_t < B'$ (неізольована або посередньо ізольована підлога):

$$U = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_t} + 1 \right), \quad (\text{Б.1})$$

55 якщо $d_t \geq B'$ (добре ізольована підлога):

$$U = \frac{\lambda}{0,457 B' + d_t}, \quad (\text{Б.2})$$

де B' — характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра підлоги за формулою:

$$B' = \frac{A}{0,5P}, \quad (\text{Б.3})$$

d_t — еквівалентна товщина підлоги, яку розраховують за формулою:

$$d_t = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se}), \quad (\text{Б.4})$$

де A — площа підлоги, м²;

P — зовнішній периметр підлоги, м;

w — загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари, м;

λ — теплопровідність ґрунту, приймають згідно з таблицею Б.1, Вт/(м·К);

R_{si} — тепловий опір внутрішнього середовища, приймають згідно з таблицею Б.2, м²·К/Вт;

R_f — термічний опір підлоги, включаючи всі шари, м²·К/Вт;

R_{se} — тепловий опір зовнішнього середовища, приймають згідно з таблицею Б.2, м²·К/Вт.

Таблиця Б.1 — Теплопровідність ґрунту

Категорія	Опис	λ , Вт/(м·К)	Теплоємність одиниці об'єму, ρc , Дж/(м³·К)
1	Глина або мул	1,5	$3,0 \cdot 10^6$
2	Пісок або гравій	2,0	$2,0 \cdot 10^6$
3	Скельний або напівскельний	3,5	$2,0 \cdot 10^6$

Примітка. У разі, якщо тип ґрунту невідомий або невизначений, обирають категорію 2.

Таблиця Б.2 — Тепловий опір навколишнього середовища

Тип середовища й огорожувальної конструкції	Тепловий опір
Внутрішнє, для вертикальних огорожувальних конструкцій	$R_{si} = 0,115 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
Внутрішнє, для горизонтальних огорожувальних конструкцій (тепловий потік зверху вниз)	$R_{si} = 0,17 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
Внутрішнє, для горизонтальних огорожувальних конструкцій (тепловий потік знизу вверх)	$R_{si} = 0,10 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$
Усі зовнішні середовища	$R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$

Б.1.1.3 Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту H_g , Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_g, \quad (\text{Б.5})$$

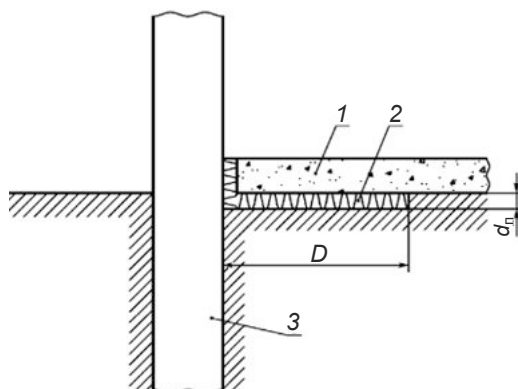
де A, P — те саме, що у формулі (Б.3);

U — те саме, що у формулах (Б.1) або (Б.2);

Ψ_g — лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення конструкції підлоги на ґрунті із зовнішньою стіною (частини, що відносять до підлоги), Вт/(м·К). Визначають за результатами розрахунків згідно з ДСТУ ISO 10211-1, ДСТУ ISO 10211-2 або ДСТУ 9191 та ДСТУ ISO 14683.

Б.1.1.4 Вплив додаткового горизонтального теплоізолювання в крайовій зоні підлоги (біля зовнішньої стіни, рисунок Б.2) визначають через лінійний коефіцієнт теплопередачі $\Psi_{g,e, \text{гор}}$, Вт/(м·К), що розраховують за формулою:

$$\Psi_{g,e, \text{гор}} = -\frac{\lambda}{\pi} \left[\ln \left(\frac{D}{d_t} + 1 \right) - \ln \left(\frac{D}{d_t + d'} + 1 \right) \right]. \quad (\text{Б.6})$$



Умовні позначки:

1 — шар підлоги;

2 — горизонтальне додаткове теплоізолювання;

3 — стіна фундаменту;

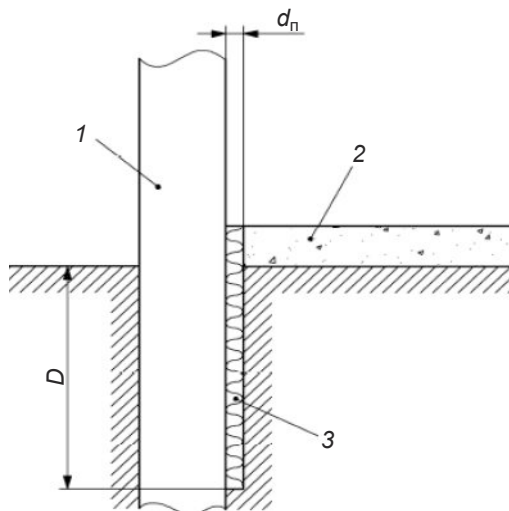
d_t — товщина додаткового теплоізолювання підлоги;

D — ширина горизонтального теплоізолювання.

Рисунок Б.2 — Схема горизонтального додаткового теплоізолювання крайової зони підлоги на ґрунті

Б.1.1.5 Вплив вертикального додаткового теплоізолювання в крайовій зоні підлоги (рисунок Б.3) визначають через лінійний коефіцієнт теплопередачі $\Psi_{g,e,вер}$, Вт/(м·К), що розраховують за формулою:

$$\Psi_{g,e,вер} = -\frac{\lambda}{\pi} \left[\ln \left(\frac{2D}{d_t} + 1 \right) - \ln \left(\frac{2D}{d_t + d'} + 1 \right) \right]. \quad (Б.7)$$



Умовні позначки:

- 1 — стіна фундаменту;
- 2 — шар підлоги;
- 3 — вертикальне додаткове теплоізолювання;
- d_n — товщина додаткового теплоізолювання підлоги;
- D — ширина горизонтального теплоізолювання.

Рисунок Б.3 — Схема вертикального додаткового теплоізолювання крайової зони підлоги на ґрунті

У формулах (Б.6) та (Б.7) прийнято такі позначки:

D — ширина горизонтального/вертикального додаткового теплоізолювання, м;

λ — те саме, що у формулі (Б.4), Вт/(м·К);

d_t — розраховують за формулою (Б.4), м;

d' — додаткова ефективна товщина теплоізолювання, м, розраховують за формулою:

$$d' = R' \cdot \lambda, \quad (Б.8)$$

де λ — те саме, що у формулі (Б.4), Вт/(м·К);

R' — додатковий термічний опір теплопередачі, що вноситься додатковим теплоізолюванням крайової зони підлоги (або фундаменту), тобто різниця між термічним опором теплоізоляції крайової зони та термічним опором ґрунту (або підлоги), який він замінює. Визначають за формулою:

$$R' = R_n - \frac{d_n}{\lambda}, \quad (Б.9)$$

де $R_n = \delta_n / \lambda_n$ — термічний опір теплопередачі додаткового теплоізолювання, м²·К/Вт;

λ_n — розрахункова теплопровідність матеріалу додаткової теплоізоляції, що визначають згідно з чинним нормативним документом, Вт/(м·К);

d_n — товщина додаткового теплоізолювання, м;

λ — те саме, що у формулі (Б.4), Вт/(м·К).

Б.1.1.6 Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту H_g , Вт/К, з урахуванням додаткового теплоізолювання крайових зон розраховують за формулою (Б.5) у такому вигляді:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot (\Psi_g + \Psi_{g,e}). \quad (Б.10)$$

Примітка 1. Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті $R_{\Sigma пр,г}$, м²·К/Вт, розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$R_{\Sigma пр,г} = A / H_g, \quad (Б.11)$$

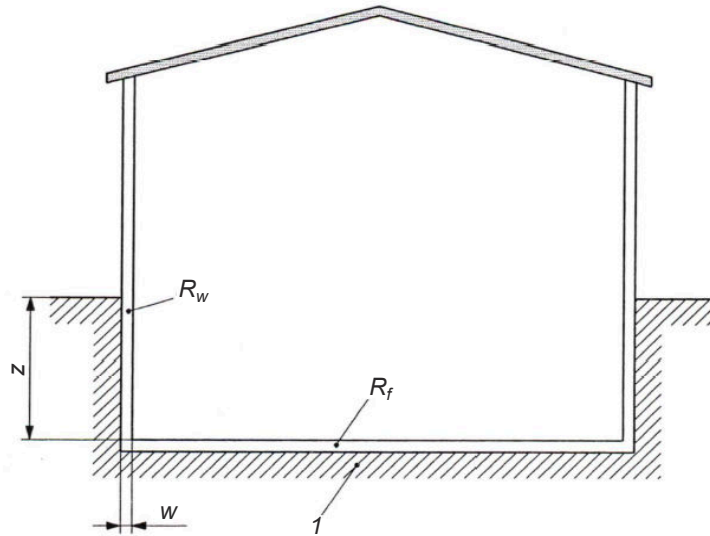
де A — те саме, що у формулі (Б.3), м²;

H_g — те саме, що у формулі (Б.5) або (Б.10), Вт/К.

Примітка 2. Якщо фундаменти мають понад одне додаткове теплоізолювання крайової зони підлоги (горизонтальної або вертикальної, внутрішньої або зовнішньої), то $\Psi_{g,e}$ розраховують окремо та використовують значення, що представляє найбільше зниження теплових втрат.

Б.1.2 Опалюваний підвал (цокольний поверх)

Б.1.2.1 Приклад опалюваного підвалу (цокольного поверху) зображено на рисунку Б.4.



Умовні позначки:

1 — ґрунт;

R_f — тепловий опір підлоги;

R_w — тепловий опір стін, що контактують із ґрунтом;

w — товщина зовнішніх стін підвалу;

z — висота стін, що контактують із ґрунтом.

Рисунок Б.4 — Будівля з опалюваним підвалом (цокольним поверхом)

Б.1.2.2 Коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті у підвалі (цокольному поверсі) U_{bf} , Вт/(м²·К), визначають за формулами:

— якщо $d_t + 0,5z < B'$ (неізолювана та посередньо теплоізолювана підлога підвалу):

$$U_{bf} = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t + 0,5z} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_t + 0,5z} + 1 \right), \quad (\text{Б.12})$$

— якщо $d_t + 0,5z \geq B'$ (добре теплоізолювана підлога підвалу):

$$U_{bf} = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t + 0,5z}, \quad (\text{Б.13})$$

де B' — характерний розмір підлоги, розраховують за формулою (Б.3), м;

d_t — еквівалентна товщина підлоги, розраховують за формулою (Б.4), м;

λ — теплопровідність ґрунту, приймають згідно з таблицею Б.1, Вт/(м·К);

z — висота стін, що контактують із ґрунтом (стіни, що розміщені нижче планувальної відмітки землі), м.

Б.1.2.3 Коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують із ґрунтом, U_{bw} , Вт/(м²·К), розраховують за формулою:

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left(1 + \frac{0,5d_t}{d_t + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right), \quad (\text{Б.14})$$

де d_t, λ, z — те саме, що у формулах (Б.12) або (Б.13);

d_w — еквівалентна сумарна товщина стін, що контактують із ґрунтом, розраховують за формулою:

$$d_w = \lambda (R_{si} + R_w + R_{se}), \quad (\text{Б.15})$$

де λ, R_{si}, R_{se} — те саме, що у формулі (Б.4);

R_w — сумарний термічний опір стін, що контактують із ґрунтом, включаючи всі шари, визначають згідно з чинним нормативним документом, м²·К/Вт.

Формула (Б.14) містить обидва значення d_w та d_t та є дійсною для випадку $d_w \geq d_t$. Якщо $d_w < d_t$, тоді d_t у формулі (Б.14) замінюють на d_w .

Б.1.2.4 Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту H_g , Вт/К, розраховують за формулою:

$$H_g = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + P \cdot \Psi_g, \quad (\text{Б.16})$$

де A, P — те саме, що у формулі (Б.3);

U_{bf}, z — те саме, що у формулах (Б.12) або (Б.13);

U_{bw} — те саме, що у формулі (Б.14);

Ψ_g — лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення стін, що контактують із ґрунтом, та підлогою на ґрунті, Вт/(м·К); визначають за результатами розраховувань згідно з ДСТУ ISO 10211-1, ДСТУ ISO 10211-2 або за даними згідно з чинним нормативним документом та ДСТУ ISO 14683.

Примітка 1. Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті $R_{\Sigma пр,г}$, м²·К/Вт, розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$R_{\Sigma пр,г} = A / (A \cdot U_{bf} + 0,5P \cdot \Psi_g), \quad (\text{Б.17})$$

де A — те саме, що у формулі (Б.3), м²;

U_{bf} — те саме, що у формулі (Б.12) або (Б.13), Вт/(м²·К);

P — те саме, що у формулі (Б.3), м;

Ψ_g — те саме, що у формулі (Б.16), Вт/(м·К).

Примітка 2. Приведений опір теплопередачі стіни, що контактує із ґрунтом $R_{\Sigma пр,г,г}$, м²·К/Вт, розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі за формулою:

$$R_{\Sigma пр,г,г} = z / (z \cdot U_{bw} + 0,5\Psi_g), \quad (\text{Б.18})$$

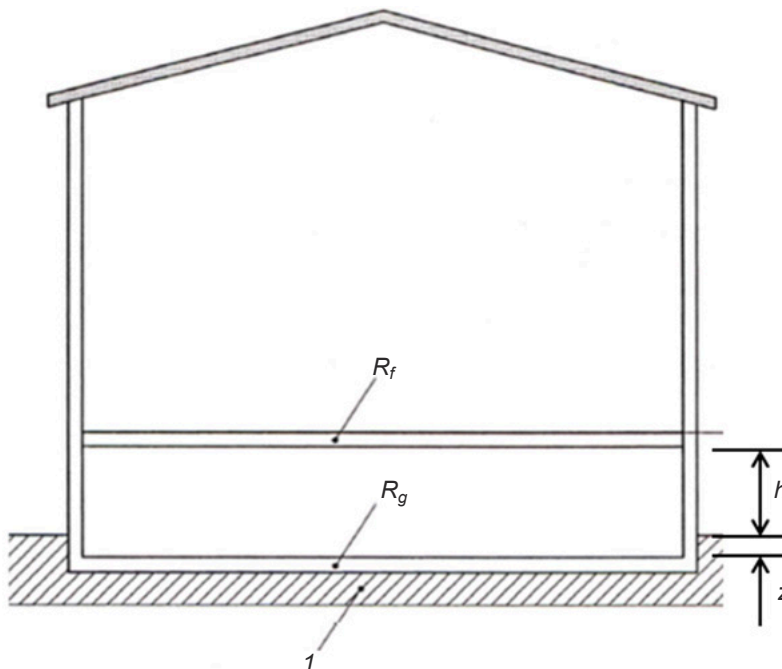
де z — те саме, що у формулі (Б.3), м;

U_{bw} — те саме, що у формулі (Б.14), Вт/(м²·К);

Ψ_g — те саме, що у формулі (Б.16), Вт/(м·К).

Б.1.3 Технічне підпілля

Б.1.3.1 Приклад технічного підпілля зображено на рисунку Б.5.



Умовні позначки:

1 — ґрунт;

R_f — термічний опір перекриття над технічним підпіллям;

R_g — термічний опір підлоги на ґрунті;

h — висота стін, що контактують із зовнішнім повітрям;

z — висота стін, що контактують із ґрунтом.

Рисунок Б.5 — Будівля з технічним підпіллям

Б.1.3.2 Коефіцієнт теплопередачі до ґрунту через систему огорожувальних конструкцій технічного підпілля, яке природно вентилується зовнішнім повітрям, U , Вт/(м²·К), визначають за формулою:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}, \quad (\text{Б.19})$$

де U_f — коефіцієнт теплопередачі перекриття над технічним підпіллям (між внутрішнім середовищем та простором технічного підпілля, розрахований згідно з чинним нормативним документом через приведений опір теплопередачі з урахуванням вузлів примикання перекриття до внутрішніх стін), Вт/(м²·К), що визначають за формулою:

$$U_f = 1/(1/h_{si} + R_f + 1/h_{se}) + P \cdot \Psi_{\text{пер}}, \quad (\text{Б.20})$$

де h_{si} та h_{se} — відповідно коефіцієнти теплообміну внутрішньої та зовнішньої поверхні перекриття над техпідпіллям, що визначають згідно з чинним нормативним документом, Вт/(м²·К);

R_f — сумарний тепловий опір усіх конструктивних шарів перекриття, м²·К/Вт;

$\Psi_{\text{пер}}$ — лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення стін з перекриттям над техпідпіллям, Вт/(м·К); визначають за результатами розрахунків згідно з ДСТУ ISO 10211-1, ДСТУ ISO 10211-2 або за даними згідно з чинним нормативним документом та ДСТУ ISO 14683;

P — те саме, що у формулі (Б.3);

U_g — коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті, Вт/(м²·К);

U_x — еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем, обумовлений тепловим потоком через зовнішні огороження (стіни та світлопрозорі огороження) вище поверхні землі та вентиляцією технічного підпілля, Вт/(м²·К).

Примітка. Під час механічної вентиляції простору технічного підпілля або за заданої інтенсивності його вентиляції необхідно виконувати розрахунки відповідно до [8].

Б.1.3.3 Коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті U_g визначають:

— за $z \leq 0,5$ м, використовуючи формули (Б.20) та (Б.21):

$$d_t = w + \lambda (R_{si} + R_g + R_{se}), \quad (\text{Б.20})$$

$$U_g = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_g} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_g} + 1 \right), \quad (\text{Б.21})$$

де R_g — термічний опір підлоги на ґрунті технічного підпілля, м²·К/Вт;

w , λ , R_{si} , R_{se} — те саме, що у формулі (Б.4);

B' — те саме, що у формулі (Б.3);

— за $z > 0,5$ м за формулою:

$$U_g = U_{bf} + \frac{z \cdot P \cdot U_{bw}}{A}, \quad (\text{Б.22})$$

де U_g — те саме, що у формулі (Б.19);

U_{bf} , z — те саме, що у формулах (Б.12) або (Б.13);

де A , P — те саме, що у формулі (Б.3);

U_{bw} — те саме, що у формулі (Б.14).

Б.1.3.4 Еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем U_x визначають за формулою:

$$U_x = 2 \cdot \frac{h \cdot U_w}{B'} + 1450 \cdot \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B'}, \quad (\text{Б.23})$$

де h — висота від відмітки поверхні землі до нижньої відмітки перекриття над технічним підпіллям, м;

U_w — коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту, Вт/(м²·К);

ε — відносна площа вентиляційних отворів по периметру підпільного простору, що є співвідношенням їхньої загальної площі до периметра будівлі, м²/м;

v — середня швидкість вітру, м/с, визначають згідно з таблицею 4 ДСТУ-Н Б В.1.1-27 як середню швидкість вітру за переважним напрямком у січні;

f_w — ступінь вітрозахисту будівлі, що визначають згідно з таблицею Б.3.

Примітка 1. Якщо висота h змінюється по периметру підлоги, то у формулі (Б.23) необхідно використовувати середнє значення для всього периметра технічного підпілля.

Примітка 2. За наявності покриття над техпідпіллям, що виходить за межі будівлі, наприклад, на відстань b , м, зі значенням коефіцієнта теплообміну $U_{\text{пок}}$, Вт/(м²·К), у формулі (Б.23) враховують додаткові тепловитрати додаванням до $h \cdot U_w$ відповідне значення у вигляді: $b \cdot U_{\text{пок}}$.

Таблиця Б.3 — Значення коефіцієнтів вітрозахисту будівлі

Характеристика місцевості згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-191	Приклад	Коефіцієнт вітрозахисту будівлі f_w
Відкрита (А)	Відкрите узбережжя моря, озера, водосховища, поле	0,1
Середньо захищена (В)	Територія, лісовий масив тощо з рівномірно розташованими перешкодами заввишки понад 10 м	0,05
Закрита (С)	Місцевість з розташованими будівлями заввишки понад 25 м	0,02

Б.1.3.5 Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту H_g , Вт/К, розраховують за формулою (Б.5).

Примітка. У формулі (Б.5) приймають лінійний коефіцієнт теплопередачі Ψ_g , Вт/(м·К), вузла сполучення конструкції підлоги на ґрунті із зовнішньою стіною, що межує з ґрунтом, який визначають за результатами розрахунків згідно з ДСТУ ISO 10211-1, ДСТУ ISO 10211-2 або за даними згідно з ДСТУ 9191 та ДСТУ ISO 14683.

Б.1.4 Неопалюваний підвал

Б.1.4.1 Коефіцієнт теплопередачі до ґрунту через систему огорожувальних конструкцій неопалюваного підвалу, що вентилується зовнішнім повітрям, U , Вт/(м²·К), визначають за формулою:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{(A \cdot U_{bf}) + (z \cdot P \cdot U_{bw}) + (h \cdot P \cdot U_w) + (0,33 \cdot n \cdot V_{\text{під}})}, \quad (\text{Б.25})$$

де A — площа перекриття над неопалюваним підвалом за внутрішнім обмірюванням, м²;

U_f — коефіцієнт теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом (між внутрішнім середовищем та простором неопалюваного підвалу, розрахований через приведений опір теплопередачі перекриття відповідно до чинного нормативного документа, Вт/(м²·К);

P — периметр перекриття над неопалюваним підвалом по стику перекриття із зовнішніми стінами, м;

z — те саме, що у формулі (Б.3), м;

U_{bw} — те саме, що у формулі (Б.14), Вт/(м²·К);

h — висота від відмітки поверхні землі до нижньої відмітки перекриття над неопалюваним підвалом, м;

U_w — коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін неопалюваного підвалу вище рівня поверхні ґрунту, Вт/(м²·К);

n — кратність повітрообміну в неопалюваному підвалі, за відсутності точних даних приймають 0,3 год⁻¹;

$V_{\text{під}}$ — об'єм повітряного простору неопалюваного підвалу, що приймають згідно з проєктними даними, м³.

Б.1.4.2 Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією неопалюваного підвалу до ґрунту H_g , Вт/К, розраховують за формулою (Б.5).

Примітка. Лінійний коефіцієнт теплопередачі у формулі (Б.5) не враховують, якщо його вже враховано під час визначення U_f .

Б.2 Місячний коефіцієнт нестационарної теплопередачі до ґрунту

Б.2.1 Місячний коефіцієнт нестационарної теплопередачі до ґрунту розраховують за формулою:

$$H_{g,m} = \frac{\Phi_m}{\theta_{i,m} - \theta_{e,m}}, \quad (\text{Б.26})$$

де Φ_m — середня місячна величина теплового потоку, Вт;

$\theta_{i,m}$ — середньомісячна внутрішня температура для місяця m , °С;

$\theta_{e,m}$ — середньомісячна зовнішня температура для місяця m , °С.

Б.2.2 Внутрішня та зовнішня температури змінюються косинусоїдально відносно їхніх річних середніх значень за формулами:

$$\theta_{i,m} = \bar{\theta}_i - \hat{\theta}_i \cos\left(2\pi \frac{m-\tau}{12}\right), \quad (\text{Б.27})$$

$$\theta_{e,m} = \bar{\theta}_e - \hat{\theta}_e \cos\left(2\pi \frac{m-\tau}{12}\right), \quad (\text{Б.28})$$

де $\bar{\theta}_i$ — середня річна температура внутрішнього повітря, °С;

$\hat{\theta}_i$ — середня добова амплітуда коливань середньої внутрішньої температури, °С, визначена як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньомісячної температури внутрішнього повітря протягом року;

$\bar{\theta}_e$ — середня річна температура зовнішнього повітря, °С, приймають згідно з додатком А;

$\hat{\theta}_e$ — середня добова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, °С, визначена, як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньомісячної температури зовнішнього повітря протягом року, яку приймають згідно з додатком А;

m — порядковий номер місяця (від 1 до 12);

τ — порядковий номер місяця, в якому трапляється мінімальна зовнішня температура (зазвичай це січень, $\tau = 1$).

Б.2.3 Середньомісячну величину теплового потоку розраховують за формулою:

$$\Phi_m = H_g (\bar{\theta}_i - \bar{\theta}_e) - H_{pi} \hat{\theta}_i \cos\left(2\pi \frac{m-\tau+\alpha}{12}\right) + H_{pe} \hat{\theta}_e \cos\left(2\pi \frac{m-\tau-\beta}{12}\right), \quad (\text{Б.29})$$

де H_g — стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К, визначений згідно з Б.1;

H_{pi} — коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією, Вт/К, визначений згідно з Б.2.4—Б.2.7;

H_{pe} — коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі трансмісією, Вт/К, визначений згідно з Б.2.4—Б.2.7;

α — випередження часу циклу теплового потоку порівняно з випередженням часу внутрішньої температури, у цілому числі місяців, приймають згідно з даними таблиці Б.4;

β — відставання часу циклу теплового потоку порівняно з відставанням часу зовнішньої температури, у цілому числі місяців, приймають згідно з даними таблиці Б.4.

$\bar{\theta}_i$, $\bar{\theta}_e$, $\hat{\theta}_i$, $\hat{\theta}_e$, m , τ — те саме, що у формулах (Б.27) та (Б.28).

Таблиця Б.4 — Фазова різниця (за місяць)

Тип підлоги	α	β
Підлога на ґрунті без крайової ізоляції фундаменту	0	1
Підлога на ґрунті з внутрішньою горизонтальною крайовою ізоляцією фундаменту	0	1
Підлога на ґрунті з вертикальною або зовнішньою крайовою ізоляцією фундаменту	0	2
Підвал	0	1

Б.2.4 Підлога на ґрунті**Б.2.4.1 Підлога без додаткового теплоізолювання крайової зони**

Б.2.4.1.1 Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією визначають за формулою:

$$H_{pi} = A \cdot \frac{\lambda}{d_t} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + \frac{\delta}{d_t}\right)^2 + 1}} + P \cdot \Psi_g, \quad (\text{Б.30})$$

де $A, P, \lambda, d_t, \Psi_g$ — те саме, що у Б.1.1;

δ — періодична глибина проникнення, м, визначають згідно з даними таблиці Б.5.

Примітка. Періодична глибина проникнення — це глибина ґрунту, на якій (для одновимірного теплового потоку) амплітуда температури менша ніж $1/e$ тієї, що на поверхні, де e — основа натурального логарифму.

Б.2.4.1.2 Коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі трансмісією визначають за формулою:

$$H_{pe} = 0,37 \cdot P \cdot \lambda \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right) + P \cdot \Psi_g, \quad (\text{Б.31})$$

де P, λ, d_t, δ — те саме, що у формулі (Б.30).

Б.2.4.2 Підлога з додатковим теплоізолюванням крайової зони

Б.2.4.2.1 Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією розраховують без урахування додаткового теплоізолювання та визначають згідно з формулою (Б.30).

Коефіцієнт зовнішнього періодичного теплопередавання трансмісією визначають:

— для підлоги, що містить горизонтальне додаткове теплоізолювання, за формулою:

$$H_{pe} = 0,37 \cdot P \cdot \lambda \left[\left(1 - e^{-D/\delta}\right) \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t + d'} + 1\right) + e^{-D/\delta} \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right) \right] + P \cdot \Psi_g, \quad (\text{Б.32})$$

— для підлоги, що містить вертикальне додаткове теплоізолювання, за формулою:

$$H_{pe} = 0,37 \cdot P \cdot \lambda \left[\left(1 - e^{-2D/\delta}\right) \cdot \ln\left(\frac{\delta}{d_t + d'} + 1\right) + e^{-2D/\delta} \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right) \right] + P \cdot \Psi_g, \quad (\text{Б.33})$$

де $P, \lambda, d_t, \Psi_g, \delta$ — те саме, що у формулі (Б.30);

d' — те саме, що у формулах (Б.6) та (Б.7) відповідно.

Б.2.5 Опалюваний підвал (цокольний поверх)

Б.2.5.1 Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією визначають за формулою:

$$H_{pi} = A \cdot \frac{\lambda}{d_t} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + \frac{\delta}{d_t}\right)^2 + 1}} + z \cdot P \cdot \frac{\lambda}{d_w} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + \frac{\delta}{d_w}\right)^2 + 1}} + P \cdot \Psi_g, \quad (\text{Б.34})$$

де $A, P, \lambda, d_t, d_w, z, \Psi_g$ — те саме, що у Б.1.2;

δ — періодична глибина проникнення, м, визначають згідно з даними таблиці Б.5.

Б.2.5.2 Коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі трансмісією визначають за формулою:

$$H_{pe} = 0,37 \cdot P \cdot \lambda \cdot \left[e^{-z/\delta} \ln\left(\frac{\delta}{d_t} + 1\right) + 2 \left(1 - e^{-z/\delta}\right) \ln\left(\frac{\delta}{d_w} + 1\right) \right] + P \cdot \Psi_g, \quad (\text{Б.35})$$

де $P, \lambda, d_t, d_w, z, \delta, \Psi_g$ — те саме, що у формулі (Б.34).

Б.2.6 Неопалюваний підвал

Б.2.6.1 Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією визначають за формулою:

$$H_{pi} = \left[\frac{1}{A \cdot U_f} + \frac{1}{(A + z \cdot P) \lambda / \delta + (h \cdot P \cdot U_w) + (0,33 \cdot n \cdot V_{\text{під}})} \right]^{-1}, \quad (\text{Б.36})$$

де $A, U_f, z, P, \lambda, \delta, U_w, n, V_{\text{під}}$ — те саме, що у Б.1.3;

δ — періодична глибина проникнення, м, визначають згідно з даними таблиці Б.5.

Б.2.6.2 Коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі-трансмисією визначають за формулою:

$$H_{pe} = AU_f \frac{0,37 \cdot P \lambda \left(2 - e^{-z/\delta}\right) \cdot \ln(\delta / \delta_t + 1) + hPU_w + 0,33 \cdot n \cdot V_{\text{під}}}{(A + z \cdot P) \lambda / \delta + (h \cdot P \cdot U_w) + (0,33 \cdot n \cdot V_{\text{під}}) + AU_f}, \quad (\text{Б.37})$$

де $A, U_f, z, P, \lambda, \delta, U_w, n, V_{\text{під}}$ — те саме, що у формулі (Б.36).

Б.2.7 Технічне підпілля

Б.2.7.1 Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією визначають за формулою:

$$H_{pi} = A \left[\frac{1}{U_f} + \frac{1}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x} \right]^{-1}, \quad (\text{Б.38})$$

де A, U_f, λ, U_x — те саме, що у Б.1.3;

δ — періодична глибина проникнення, м, визначають згідно з даними таблиці Б.5.

Б.2.7.2 Коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі трансмісією визначають за формулою:

$$H_{pe} = U_f \frac{0,37P\lambda \ln\left(\frac{\delta}{d_g} + 1\right) + U_x A}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x + U_f}, \quad (\text{Б.39})$$

де $A, U_f, \lambda, U_x, P, d_g, \delta$ — те саме, що у формулі (Б.38).

Таблиця Б.5 — Періодична глибина проникнення

Категорія	Опис ґрунту	δ , м
1	Глина або мул	2,2
2	Пісок або гравій	3,2
3	Скельний або напівскельний	4,2
Примітка. У випадку, коли тип ґрунту невідомий або невизначений, обирають категорію 2.		

ДОДАТОК В
(довідковий)

**ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПІД ЧАС ОПАЛЕННЯ,
ОХОЛОДЖЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ, ОСВІТЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО
ВОДОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОЇ БУДІВЛІ**

В.1 Сфера застосування та мета розрахунку

В.1.1 Приклад розроблено на основі наведеного в цьому стандарті методу.

В.1.2 Мета розрахунку — надати приклад того, як використовують основні вхідні дані та рівняння цього стандарту для розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, освітлення та ГВП.

В.1.3 Цей приклад не розроблено для цілей сертифікування енергоефективності згідно з нормативними вимогами. У зв'язку з цим приклад не містить оцінювання відповідності нормативним вимогам та не проведено аналізування відсутності помилок.

В.2 Опис будівлі

В.2.1 Об'єкт розрахунку — житлова будівля, запроєктована в м. Києві.

В.2.2 Будівля одностороння, має 5 житлових поверхів, технічне підпілля та суміщене покриття. Загальна висота будівлі від підлоги першого поверху до стелі останнього — 14,7 м, висота типового поверху — 3,0 м. Схему плану типового поверху наведено на рисунку В.1. Орієнтування будівлі — за основними напрямками з головним входом, орієнтованим на захід.

В.2.3 Площі зовнішніх огорожень будівлі наведено в таблиці В.1.

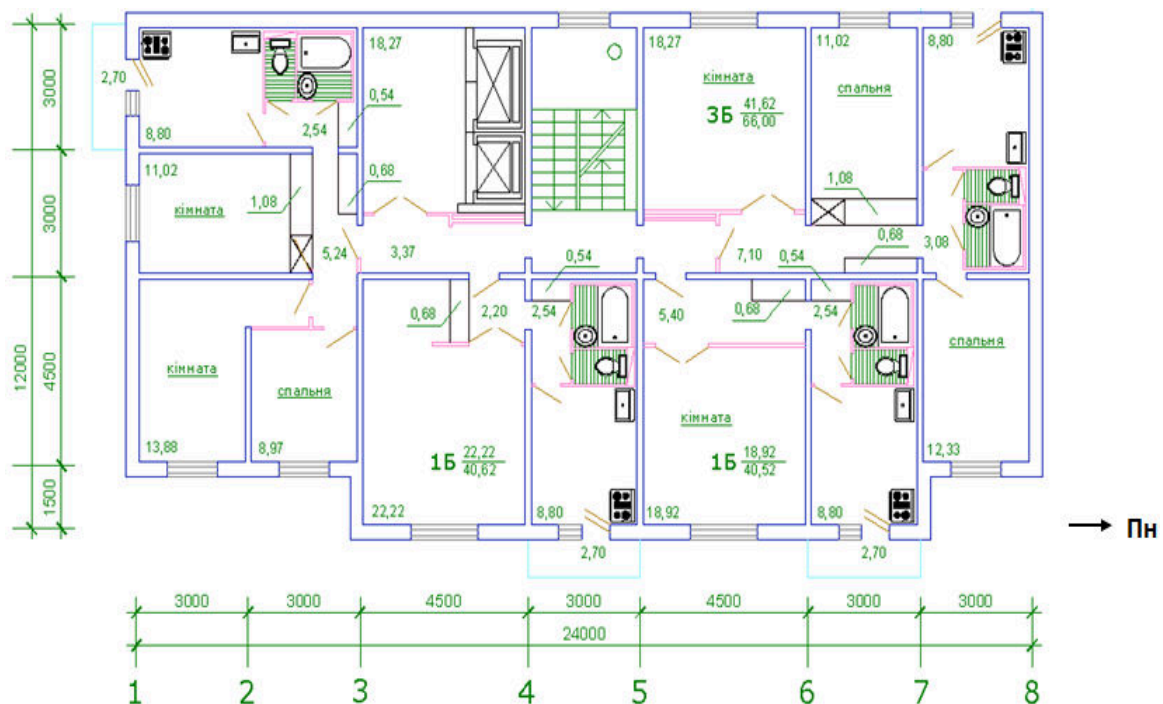


Рисунок В.1 — Схема плану типового поверху будівлі

Таблиця В.1 — Площі зовнішніх огорожень будівлі

Ч. ч.	Вид огорожувальної конструкції	Площа, м ²
1	Зовнішні стіни, зокрема орієнтовані на: — північ — схід — південь — захід	880,17 176,40 271,80 149,40 282,57
2	Суміщене покриття	274,50
3	Перекриття над техпідпіллям	274,50
4	Світлопрозорі конструкції, зокрема, орієнтовані на: — схід — південь — захід	175,50 81,00 (21,4°) 27,00 (10,7°) 67,50 (10,7°)
5	Вхідні двері до будівлі	2,73
6	Загальна площа зовнішніх огорожень	1607,40
* Вікна, затінені балконними плитами.		

В.3 Зонування будівлі під час розрахунку

В.3.1 Згідно з 6.2.2 будівлі на теплові зони не розподіляють. Проводять однозонний розрахунок.

В.3.2 Кондиціонована площа будівлі становить: $A_f = 1\,372,50\text{ м}^2$.

Кондиціонований об'єм будівлі становить: $V = 4\,035,15\text{ м}^3$.

Об'єм будівлі для вентиляції становить: $V_{ve} = 3\,429,88\text{ м}^3$.

В.4 Характеристики теплопередачі трансмісією

В.4.1 Значення приведених опорів теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій наведені в таблиці В.2.

В.4.2 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначені згідно з 8.2 та наведені в таблиці В.2. Значення узагальнених коефіцієнтів теплопередачі трансмісією визначені як для режиму опалення, так і для режиму охолодження.

В.4.3 Під час розрахунків теплопередачі через світлопрозорі елементи ефект нічного ізолювання не враховували.

В.4.4 Узагальнений коефіцієнт теплопередачі до ґрунту визначали згідно з методикою Б.1.3 (чисельне значення $H_g = 154,24\text{ Вт/К}$ взято із прикладу Г.3).

В.4.5 Коефіцієнти теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми не визначали через їхню відсутність.

В.4.6 Вплив теплопровідних включень у цьому прикладі визначали згідно з ДСТУ 9191.

Таблиця В.2 — Характеристики теплопередачі трансмісією

Ч. ч.	Вид огорожувальної конструкції	A_f , м ²	$R_{\Sigma пр.}$, м ² ·К/Вт	U , Вт/(м ² ·К)	$b_{tr,x,H}$	$b_{tr,x,C}$	$H_{x,H}$, Вт/К	$H_{x,C}$, Вт/К
1	Зовнішні стіни	880,17	4,0	0,250	1	1	220,04	220,04
2	Суміщене покриття	274,50	7,0	0,143	1	1	39,21	39,21
3	Світлопрозорі конструкції	175,5	0,75	1,333	1	1	234,00	234,00
4	Вхідні двері	2,73	0,70	1,429	1	1	3,90	3,90
5	Перекриття над техпідпіллям	274,50	—	—	1	1	154,24	154,24

$$H_{tr,adj,H} = H_{tr,adj,C} = H_D + H_g + H_U + H_A = 220,04 + 39,21 + 234,00 + 3,90 + 154,24 + 0 + 0 = 651,39 \text{ Вт/К.}$$

В.4.7 Сумарна теплопередача трансмісією розрахована згідно з формулами (9) та (10) для кожного місяця і наведена в таблиці В.5 для режиму опалення та в таблиці В.6 для режиму охолодження.

В.5 Характеристики теплопередачі вентиляцією

В.5.1 Для розрахунку прийнято, що система вентиляції житлової будівлі відповідає вимогам ДБН В.2.5-67 [4].

В.5.2 Величина повітрообміну прийнята на рівні оптимального значення кратності повітрообміну для житлових будівель відповідно до таблиці Х.4 ДБН В.2.5-67 [4] і складає $0,6 \text{ год}^{-1}$. Витрата повітря під час природної вентиляції, розрахована через об'єм для вентиляції $V_{ve} = 3 \, 429,88 \text{ м}^3$, для опалювального періоду та періоду охолодження становить:

$$q_{ve,H} = q_{ve,C} = 0,6 \cdot 3 \, 429,88 = 2 \, 057,93 \text{ м}^3/\text{год.}$$

В.5.3 Наявність теплоутилізаційних установок у системі вентиляції будівлі не передбачено.

В.5.4 Центрального попереднього підігрівання та охолодження вентиляційного повітря не передбачено.

В.5.5 Величина витрати повітря для опалення та охолодження відповідно становить:

$$q_{ve,infj,mn,H} = 250,44 \text{ м}^3/\text{год}; q_{ve,infj,mn,C} = 1 \, 170,23 \text{ м}^3/\text{год.}$$

В.5.6 Загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією, розрахований згідно з формулою (27) для опалення та (28) для охолодження, становить:

$$H_{ve,adj,H} = 784,84 \text{ Вт/К}; H_{ve,adj,C} = 1 \, 097,57 \text{ Вт/К.}$$

В.5.7 Сумарна теплопередача вентиляцією розрахована згідно з формулами (25) та (26) для кожного місяця і наведена в таблиці В.6 для режиму опалення та в таблиці В.7 для режиму охолодження.

В.6 Характеристики внутрішніх теплонадходжень

В.6.1 Згідно з методикою цього стандарту до уваги взяті теплонадходження (внутрішній тепловий потік від людей, внутрішній тепловий потік від обладнання, внутрішній тепловий потік від освітлення), значення яких прийняті згідно з таблицею 6 і їхня загальна сумарна величина усередненого теплового потоку становить:

$$\Phi_{int} = \Phi_{int,Oc} + \Phi_{int,L} + \Phi_{int,A} = 1,8 + 2,0 + 2,0 = 5,8 \text{ Вт/м}^2.$$

В.6.2 Значення внутрішніх теплонадходжень для кожного місяця наведені в таблиці В.5. Наведені значення розраховані за формулою (56) з урахуванням графіка використання згідно з таблицею 6

($N = 112$) та $\frac{N_m - N_{m,noc}}{N_m} = 1$, що прийнято згідно з таблицею 7 через відсутність періодів невикористання, тобто $N_{m,noc} = 0$.

Відповідно, загальну сумарну величину усередненого теплового потоку для кожного місяця розраховують як:

$$Q_{int,k} = \frac{N}{168} \cdot \frac{N_m - N_{m,noc}}{N_m} \left(\sum_k \Phi_{int,mn,k} A_f \right) t = \frac{112}{168} \cdot 1 \cdot 5,8 \cdot t = 3,87 \cdot t.$$

В.7 Характеристики сонячних теплонадходжень

В.7.1 Світлопрозорі конструкції, через які до будівлі надходять сонячні теплонадходження, розташовані на всіх, крім північного, фасадах. Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини визначена згідно з додатком А і наведена в таблиці В.5.

В.7.2 Світлопрозорі конструкції, що використовують для засклення будівлі — віконні та балконні блоки на основі ПВХ-профілів із заскленням двокамерними склопакетами з енергозберігальним покриттям на внутрішньому склі. Для цього типу скління коефіцієнт загального пропускання сонячної енергії за нормального кута падіння згідно з таблицею 8 становить: $g_n = 0,58$. Відповідно, загальний

коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини, що визначають згідно з формулою (60), становить:

$$g_{gl} = 0,9 \cdot 0,58 = 0,522.$$

В.7.3 Площа світлопрозорих конструкцій згідно з проектними даними становить:

- на східному фасаді — $A_{W,Cx} = 81,00 \text{ м}^2$;
- на південному фасаді — $A_{W,Пд} = 27,00 \text{ м}^2$;
- на західному фасаді — $A_{W,Зх} = 67,50 \text{ м}^2$.

В.7.4 Частку обрамлення приймають згідно з 11.4.3, і вона становить: $F_F = 0,3$.

В.7.5 Як рухомі засоби затінення передбачено, що використовують таке:

— для періоду опалення передбачено кольорові текстильні завіси з ефективністю пропускання 0,5 (знижувальний коефіцієнт згідно з таблицею 9 дорівнює 0,77) зсередини вікон. Знижувальний коефіцієнт затінення для засобів нерухомого затінення, що визначають згідно з 11.3.3.3, становить:

$$g_{gl} = 0,522 \cdot 0,77 = 0,40;$$

— для періоду охолодження передбачено білі завіси з ефективністю пропускання 0,7 (знижувальний коефіцієнт згідно з таблицею 9 дорівнює 0,80) зсередини вікон. Знижувальний коефіцієнт затінення для засобів нерухомого затінення, що визначають згідно з 11.3.3.3, становить:

$$g_{gl} = 0,522 \cdot 0,80 = 0,42.$$

В.7.6 Знижувальний коефіцієнт затінення зовнішніми перешкодами визначають згідно з 11.4.2. Прийнято, що будівля затінюється тільки від власних елементів (звисів від балконних плит). Кут затінення від звисів (згідно з рисунком 3 а) становить: $\alpha = 45^\circ$.

Згідно з таблицею 12, поправкові коефіцієнти затінення становлять:

Таблиця 12 — Поправкові коефіцієнти затінення

Період	опалювальний			охолодження		
Орієнтування	С	Пд	З	С	Пд	З
Площа затінених вікон	21,4	10,7	10,7	21,4	10,7	10,7
Частковий поправковий коефіцієнт F_{hor}	0,665	0,380	0,650	0,975	0,925	0,575

В.7.7 Еквівалентна площа інсоляції вікон $A_{sol,w}$ з урахуванням знижувальних коефіцієнтів затінення $F_{sh,gl} = 1$ розрахована згідно з формулою (59).

В.7.8 Непрозорі елементи, які піддають інсоляції, — це зовнішні стіни чотирьох фасадів та покрівля. Площа непрозорих елементів згідно з проектними даними становить:

- на північному фасаді — $A_{Пн} = 176,40 \text{ м}^2$;
- на східному фасаді — $A_{Сх} = 271,80 \text{ м}^2$;
- на південному фасаді — $A_{Пд} = 149,40 \text{ м}^2$;
- на західному фасаді — $A_{Зх} = 282,57 \text{ м}^2$;
- покриття — $A_{пк} = 274,50 \text{ м}^2$.

В.7.9 Еквівалентна площа непрозорих елементів A_{sol} розрахована згідно з формулою (61). При цьому, безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною згідно з таблицею 10 становить: $\alpha_{S,нп} = 0,4$ — для кремової штукатурки та $\alpha_{S,пк} = 0,9$ — для руберойду; коефіцієнти теплового випромінювання зовнішньою поверхнею відповідно до таблиці 10 становлять: $\varepsilon = 0,93$ — для стін та $\varepsilon = 0,9$ — для покриття.

В.7.10 Теплове випромінювання в атмосферу від непрозорих елементів розраховують згідно з 11.5 з урахуванням коефіцієнта форми між елементом будівлі та небосхилом. Результати розраховувань першої і другої складових формули (58), помножені на t і поділені на 1 000 для переведення у кВт·год, наведено в таблиці В.4.

Таблиця В.4 — Елементи сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр				
	$F_{sol} \cdot A_{sol} \cdot I_{sol} \cdot t$, кВт·год			$\Phi_r \cdot F_r \cdot t$, кВт·год	
	вікна	стіни	покриття	стіни	покриття
Січень	772,2	68,1	36,1	431,9	62,1
Лютий	1 150,4	101,7	60,2	390,1	56,1
Березень	1 971,0	171,3	114,0	431,9	62,1
Квітень	2 340,4	198,9	162,8	417,9	60,1
Травень	3 191,9	272,0	238,2	431,9	62,1
Червень	3 249,3	280,3	249,1	417,9	60,1
Липень	3 306,6	282,9	248,4	431,9	62,1
Серпень	2 914,3	243,4	208,9	431,9	62,1
Вересень	2 184,1	183,0	142,0	417,9	60,1
Жовтень	1 307,7	112,4	80,2	431,9	62,1
Листопад	589,9	52,3	33,9	417,9	60,1
Грудень	524,9	46,5	24,8	431,9	62,1

В.7.11 Теплонадходження від сонця до будівлі, розраховані згідно з формулою (56), наведені в таблиці В.5.

Таблиця В.5 — Кліматичні дані та характеристики внутрішніх і сонячних теплонадходжень

Місяць року	Параметр								
	θ_e , °C	t , год	$I_{sol, Пн}$, Вт/м ²	$I_{sol, Сх}$, Вт/м ²	$I_{sol, Пд}$, Вт/м ²	$I_{sol, 3х}$, Вт/м ²	$I_{sol, rog}$, Вт/м ²	Q_{sol} , кВт·год	Q_{int} , кВт·год
Січень	–4,7	744	13	21	50	22	32	598,4	3948,4
Лютий	–3,6	672	24	36	70	38	59	1061,1	3566,3
Березень	1,0	744	35	58	90	61	101	1978,3	3948,4
Квітень	9,0	720	39	77	92	73	149	2433,1	3821,0
Травень	15,2	744	56	104	101	99	211	3424,1	3948,4
Червень	18,3	720	67	111	96	105	228	3509,7	3821,0
Липень	19,8	744	61	108	98	104	220	3559,9	3948,4
Серпень	19,0	744	40	93	106	89	185	3088,5	3948,4
Вересень	13,9	720	29	70	102	66	130	2240,1	3821,0
Жовтень	8,1	744	19	38	75	37	71	1222,3	3948,4
Листопад	1,9	720	11	17	39	17	31	407,0	3821,0
Грудень	–2,5	744	9	14	35	15	22	318,2	3948,4

В.8 Динамічні параметри

В.8.1 Сумарна теплопередача та теплові надходження розраховані згідно з формулами (7) та (8) і наведені в таблиці В.6 для режиму опалення та в таблиці В.7 для режиму охолодження.

В.8.2 Часова константа будівлі характеризує внутрішню теплову інерцію будівлі. Будівля має клас «середній», згідно з таблицею 15 внутрішня теплоємність будівлі на одиницю площі становить: $C = 50 \text{ Вт} \cdot \text{год} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Внутрішня теплоємність будівлі розрахована згідно з формулою (82) і становить:

$$C_m = 50 \cdot 1372,5 = 68\,625,0 \text{ Вт} \cdot \text{год} / \text{К}.$$

Часову константу будівлі розраховують згідно з формулами (79)—(80), і вона становить:

— для режиму опалення:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{68625,0}{651,39 + 784,84} = 47,78 \text{ год};$$

— для режиму охолодження:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr,adj} + H_{ve,adj}} = \frac{68625,0}{651,39 + 1097,57} = 39,24 \text{ год}.$$

В.8.3 Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення $\eta_{H,gn}$ /охолодження $\eta_{C,gn}$ розрахований для кожного місяця згідно з формулами (67—71)/(73—77) на підставі співвідношення надходжень та втрат теплоти γ_H/γ_C й числового параметра a_H/a_C і наведений у таблиці В.6/В.7.

Безрозмірний числовий параметр визначають

— для режиму опалення згідно з формулою (72) і становить:

$$a_H = a_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} = 1 + \frac{47,78}{15} = 4,19;$$

— для режиму охолодження згідно з формулою (78) і становить:

$$a_C = a_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}} = 1 + \frac{39,24}{15} = 3,62.$$

В.9 Внутрішні умови

В.9.1 Задана температура для опалення будівлі з прийнята згідно з таблицею 16 і становить: $\theta_{int,H,set} = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

В.9.2 Задана температура для охолодження прийнята згідно з таблицею 16 і становить: $\theta_{int,C,set} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$.

В.10 Енергопотребы для опалення та охолодження

В.10.1 Енергопотребы для опалення розраховані для кожного місяця згідно з формулою (3) та наведені в таблиці В.6. Енергопотребы для охолодження розраховані для кожного місяця згідно з формулою (5) та наведені в таблиці В.7. Значення в таблицях наведені з урахуванням примітки до 14.1.

В.10.2 Річні енергопотребы для опалення та охолодження будівлі розраховані згідно з формулою (89). Результати розраховувань за річний період представлені в таблиці В.10.

Таблиця В.6 — Розраховування енергопотребы для опалення

Місяць року	Параметр									
	Q_{tr} кВт·год	Q_{ve} кВт·год	$Q_{H,ht}$ кВт·год	Q_{sol} кВт·год	Q_{int} кВт·год	$Q_{H,gn}$ Вт·год	$Q_{ve,pre,heat}$ кВт·год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ кВт·год
Січень	11 970,4	14 422,9	26 393,3	598,4	3 948,4	4 546,8	0,0	0,17	1,00	21 848,8
Лютий	10 330,5	12 447,0	22 777,4	1061,1	3 566,3	4 627,4	0,0	0,20	1,00	18 154,7
Березень	9 208,0	1 1094,5	20 302,5	1978,3	3 948,4	5 926,7	0,0	0,29	1,00	14 400,1
Квітень	5 159,0	6 215,9	11 374,9	2 433,1	3 821,0	6 254,1	0,0	0,55	0,96	5 361,9
Травень	2 326,2	2 802,8	5 129,1	3 424,1	3 948,4	7 372,5	0,0	1,44	0,64	403,3

Кінець таблиці В.6

Місяць року	Параметр									
	Q_{tr} кВт·год	Q_{ve} кВт·год	$Q_{H,ht}$ кВт·год	Q_{sol} кВт·год	Q_{int} кВт·год	$Q_{H,gn}$ Вт·год	$Q_{ve,pre,heat}$ кВт·год	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ кВт·год
Червень	797,3	960,6	1 757,9	3 509,7	3 821,0	7 330,7	0,0	4,17	0,24	0,0
Липень	96,9	116,8	213,7	3 559,9	3 948,4	7 508,3	0,0	35,1	0,03	0,0
Серпень	484,6	583,9	1 068,6	3 088,5	3 948,4	7 036,9	0,0	6,59	0,15	0,0
Вересень	2 860,9	3 447,0	6 307,9	2 240,1	3 821,0	6 061,1	0,0	0,96	0,82	1 320,2
Жовтень	5 767,1	6 948,7	12 715,8	1 222,3	3 948,4	5 170,7	0,0	0,41	0,99	7 616,7
Листопад	8 488,9	10 228,1	18 716,9	407,0	3 821,0	4 228,0	0,0	0,23	1,00	14 495,4
Грудень	1 0904,2	13 138,2	24 042,5	318,2	3 948,4	4 266,6	0,0	0,18	1,00	19 778,4
Всього за рік										103 379,5

Таблиця В.7 — Розраховування енергопотреб для охолодження

Місяць року	Параметр									
	Q_{tr} кВт·год	Q_{ve} кВт·год	$Q_{C,ht}$ кВт·год	Q_{sol} кВт·год	Q_{int} кВт·год	$Q_{C,gn}$ кВт·год	$Q_{ve,pre,cool}$ кВт·год	γ_C	$\eta_{C,ls}$	$Q_{C,nd}$ кВт·год
Січень	14 878,2	25 069,4	3 9947,6	779,3	3 948,4	4 727,7	0,0	0,12	0,12	0,0
Лютий	12 956,9	21 832,0	34 788,9	1 306,2	3 566,3	4 872,5	0,0	0,14	0,14	0,0
Березень	12 115,8	20 414,8	32 530,6	2 359,3	3 948,4	6 307,7	0,0	0,19	0,19	0,0
Квітень	7 973,0	13 434,3	21 407,2	2 856,4	3 821,0	6 677,4	0,0	0,31	0,31	0,0
Травень	5 234,0	8 819,2	14 053,2	3 957,6	3 948,4	7 906,0	0,0	0,56	0,53	464,7
Червень	3 611,3	6 084,9	9 696,2	4 032,5	3 821,0	7 853,5	0,0	0,81	0,69	1 119,8
Липень	3 004,7	5 062,9	8 067,6	4 097,0	3 948,4	8 045,4	0,0	1,00	0,78	1 734,3
Серпень	3 392,4	5 716,1	9 108,6	3 604,2	3 948,4	7 552,6	0,0	0,83	0,70	1 132,3
Вересень	5 674,9	9 562,0	15 236,9	2 668,6	3 821,0	6 489,7	0,0	0,43	0,41	173,5
Жовтень	8 674,9	14 617,0	23 291,9	1 511,2	3 948,4	5 459,6	0,0	0,23	0,23	0,0
Листопад	11 302,9	19 045,0	30 347,9	545,1	3 821,0	4 366,1	0,0	0,14	0,14	0,0
Грудень	13 812,0	23 272,9	3 7084,9	442,9	3 948,4	4 391,3	0,0	0,12	0,12	0,0
Всього										4 624,7

В.11 Тривалість опалювального періоду та періоду охолодження для діяльності сезонно-залежних технічних засобів

В.11.1 Тривалість опалювального періоду прийнято згідно з таблицею 3 ДСТУ-Н Б В.1.1-27 і становить 176 діб або 4 224 години (без урахування останнього дня у квітні).

В.11.2 Тривалість періоду охолодження визначена згідно з 15.3.4 на основі даних таблиці А.6 додатка А для м. Києва і становить 829 годин.

В.12 Загальне енергоспоживання підсистеми тепловіддачі/виділення під час опалення

В.12.1 Система опалення двотрубна з автоматичними регуляторами перепаду тиску на горизонтальних гілках з понад вісьмома опалювальними приладами. Як опалювальні прилади підсистеми тепловіддачі в будівлі використані секційні радіатори з терморегуляторами (П-регулювання з точністю 2 К). Опалювальні прилади встановлюють біля зовнішніх стін під вікнами з радіаційним захистом.

В.12.2 Загальні тепловтрати підсистеми тепловіддачі/виділення визначають для кожного місяця згідно з формулою (79) та наведені в таблиці В.8, при цьому:

$f_{hydr} = 1,00$ — згідно з таблицею 18;

$f_{im} = 0,97$, $f_{rad} = 1,0$ — згідно з 15.4.2.3;

$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2})/2 = (0,88 + 0,88)/2 = 0,88$ — згідно з таблицею 17 та формулою (105);

$\eta_{ctr} = 0,93$, $\eta_{emb} = 1,0$ — згідно з таблицею 17;

$\eta_{em} = 0,82$ — згідно з формулою (104).

В.12.3 Згідно з 15.4.3.4 додаткову енергію для підсистеми тепловіддачі/виділення в розраховуваннях не враховують.

В.12.4 Енергію входу, необхідну для підсистеми тепловіддачі/виділення розраховують для кожного місяця згідно з формулою (111). Результати розраховувань наведені в таблиці В.8.

В.13 Загальне енергоспоживання підсистеми розподілення під час опалення

В.13.1 Тепловтрати підсистеми розподілення визначають для кожного місяця згідно з формулою (112) та наведені в таблиці В.9. Результатом розраховувань загальних тепловтрат є сума тепловтрат різних типів трубопроводів L_A , L_S , L_V згідно з рисунком 7.

В.13.2 Трубопроводи типу L_V (розподільчі, що містяться в некондиціонованому техпідпіллі), L_A (горизонтальні гілки) та L_S (стояки) ізолювані теплоізолюванням, товщина якого приблизно дорівнює зовнішньому діаметру трубопроводів.

Довжину трубопроводів відповідного типу визначають згідно з А.3 ДСТУ EN 15316-3 за спрощеною методикою:

$$— L_V = 2 \cdot L_L + 0,0325 \cdot L_L \cdot L_W + 6 = 2 \cdot 24 + 0,0325 \cdot 24 \cdot 11 + 6 = 62,6 \text{ м};$$

$$— L_S = 0,025 \cdot L_L \cdot L_W \cdot h_{lev} \cdot N_{lev} = 0,025 \cdot 24 \cdot 11 \cdot 3 \cdot 5 = 99,0 \text{ м};$$

$$— L_A = 0,55 \cdot L_L \cdot L_W \cdot N_{lev} = 0,55 \cdot 24 \cdot 11 \cdot 5 = 726,0 \text{ м};$$

де $L_L = 24$ м, $L_W = 11,0$ м — довжина та ширина будівлі відповідно;

$h_{lev} = 3,0$ — висота поверху, м;

$N_{lev} = 5$ — кількість поверхів.

Запірно-регульовальна арматура, що використовують, — теплоізолювана, відповідно, згідно з 15.5.2.3.1 додаткові тепловтрати, пов'язані із засобами кріплення під час розраховувань тепловтрат, не враховані.

В.13.3 Лінійні коефіцієнти теплопередачі трубопроводів визначені згідно з таблицею 24 і становлять: $\Psi_{L,V} = 0,2$ Вт/(м·К), $\Psi_{L,S} = 0,3$ Вт/(м·К), $\Psi_{L,A} = 0,4$ Вт/(м·К).

В.13.4 Середня температура теплоносія становить $\theta_m = 70$ °С (температурний графік 80/60). Температура навколишнього середовища становить: для кондиціонованого об'єму $\theta = 20$ °С та $\theta = 5$ °С — для техпідпілля.

Середню температуру теплоносія в зоні упродовж i -го місяця $\theta_{m,i}$ визначають за температурним графіком регулювання теплоносія за погодними умовами за середньомісячної температури зовнішнього середовища відповідного місяця (табл. А.2 додатка А). Для цього на температурному графіку в межах температур початку/закінчення опалювального періоду (згідно з ДБН В.2.5-67 [4] — від 8 °С) та розрахункової для опалення (для Києва — мінус 22 °С згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27) будують (рисунок В.2) графік середніх температур теплоносія. Середня температура теплоносія для температурного графіка 80/60 за зовнішньої температури повітря найхолоднішої п'ятиденки мінус 22 °С становить $\theta_m = 70$ °С (початок графіка). Середня температура теплоносія упродовж i -го місяця, наприклад, січня (для Києва — мінус 4,7 °С) становить: $\theta_{m,i} = 51,17$ °С.

В.13.5 Визначення годин опалення $t_{op,an}$ здійснюють з урахуванням таких спрощень: з листопада по березень опалення неперервне, у жовтні — 360 год та квітні — 240 год, що прийнято відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27.

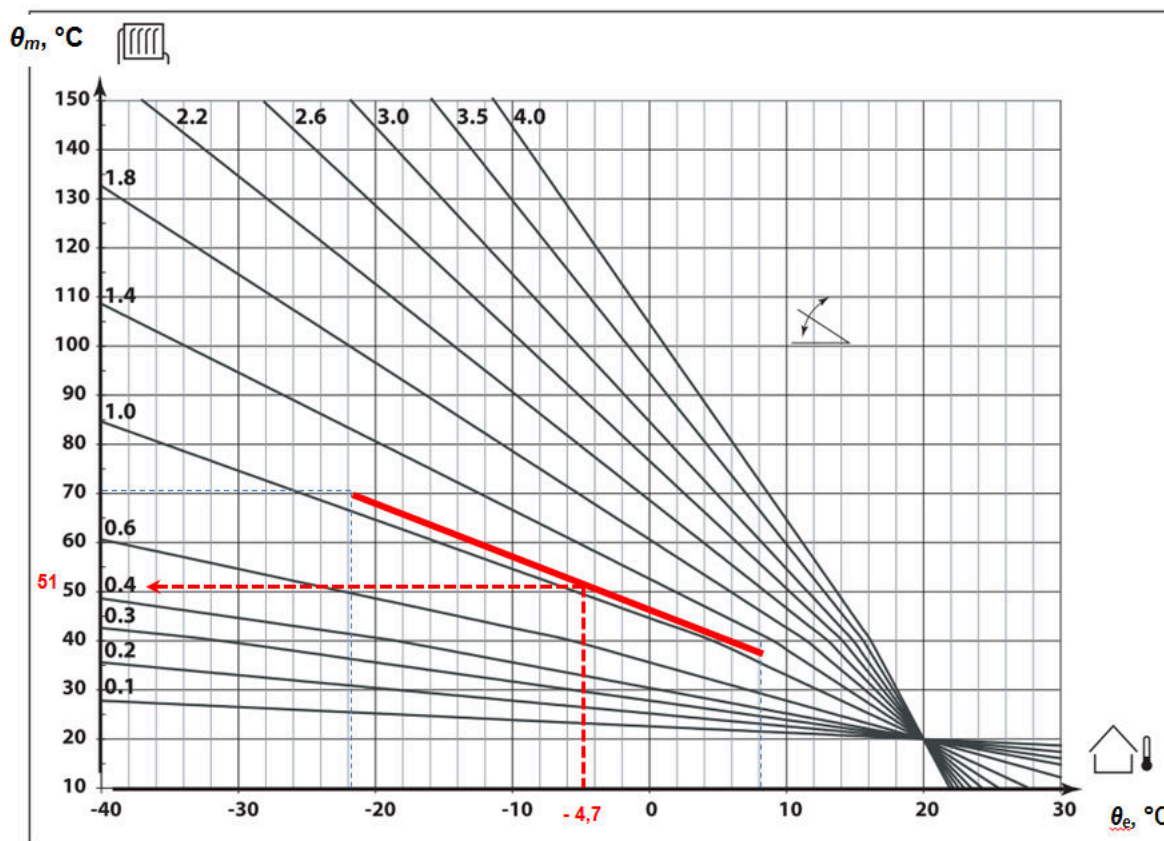


Рисунок В.2 — Графік середніх температур теплоносія

В.13.6 Визначення утилізованих та неутилізованих тепловтрат підсистем розподілення здійснюють за методикою відповідно до 15.5.3.

Неутилізаційні тепловтрати — тепловтрати трубопроводів у техпідпіллі (типу L_V). Розраховування неутілізаційних тепловтрат здійснюють згідно з 15.5.2, результати розраховувань наведені в таблиці В.9.

Утилізаційні тепловтрати — тепловтрати трубопроводів в опалюваній частині будівлі (типу L_A та L_S). Розраховування утилізаційних тепловтрат здійснюють згідно з 15.5.2, результати розраховувань наведені в таблиці В.9.

Утилізовані тепловтрати розраховують згідно з формулою (115), результати розраховувань наведені в таблиці В.9.

Неутилізовані тепловтрати розраховують згідно з формулою (116), результати розраховувань наведені в таблиці В.9.

В.13.7 Енергію входу, необхідну для підсистеми розподілення, розраховують для кожного місяця згідно з формулою (118). Результати розраховувань наведені в таблиці В.8.

Таблиця В.8 — Розраховування енергоспоживання під час опалення

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}$, кВт·год	$Q_{H,em,in} = Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Січень	21 848,8	3 371,3	22 523,1	23 695,5	987,3	24 682,8
Лютий	18 154,7	2 801,3	18 714,9	19 737,6	822,4	20 560,0
Березень	14 400,1	2 221,9	14 844,5	15 809,2	658,7	16 467,9
Квітень	1 788,9	276,0	1 853,0	2 114,6	88,1	2 202,7
Травень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Кінець таблиці В.8

Місяць року	Параметр					
	$Q_{H,nd}$, кВт·год	$Q_{H,em,ls}$, кВт·год	$Q_{H,em,in} = Q_{H,dis,out}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in} = Q_{H,gen,out}$, кВт·год	$Q_{H,gen,ls}$, кВт·год	$Q_{H,use}$, кВт·год
Червень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Липень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Серпень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Вересень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Жовтень	3 685,5	568,7	3 803,8	4 163,1	173,5	4 336,6
Листопад	14 495,4	2 236,6	14 942,7	15 844,5	660,2	16 504,7
Грудень	19 778,4	3 051,8	20 388,8	21 481,0	895,0	22 376,0
Всього за рік	94 151,8					107 130,8

Таблиця В.9 — Значення енергетичних потоків у підсистемі розподілення

Місяць року	Параметр						
	$t_{op,i}$, год	$\Theta_{m,i}$, °C	$Q_{H,dis,ls,V}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rbl} = Q_{H,dis,ls,S,A}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,rnd,i}$, кВт·год	$Q_{H,dis,ls,nrnd,i}$, кВт·год	$Q_{H,dis,in,i}$, кВт·год
Січень	744	51,17	43 0068,0	7 423,3	6 680,9	1 172,4	23 695,5
Лютий	672	49,96	378 268,3	6 444,6	5 800,2	1 022,7	19 737,6
Березень	744	44,9	371 663,7	5 930,0	5 337,0	964,7	15 809,2
Квітень	240	36,1	93 449,3	1 236,9	1 068,7	261,7	2 114,6
Травень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Червень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Липень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Серпень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Вересень	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Жовтень	360	37,09	144 636,0	1 969,4	1 754,7	359,3	4 163,1
Листопад	720	43,91	350 750,3	5 510,6	4 959,5	901,8	15 844,5
Грудень	744	48,75	407 526,0	6 846,9	6 162,2	1 092,2	21 481,0

В.13.8 Значення додаткової енергії для підсистеми розподілення визначають за формулою (117) згідно з таблицею 25.

Використовують генератори зі стандартним об'ємом води.

Для двотрубної системи з радіаторами за регулюванням насоса для площі обслуговування одним насосом $A_{f,z} = 1\,000\text{ м}^2$ прийнято:

$$W_{H,dis,aux,an,5\,000} = 229\text{ кВт·год.}$$

Орієнтовно прийнято співвідношення: $A_f/A_{f,z} = 1\,375,2/1\,000 \approx 2$.

Кількість годин опалювального періоду за рік: $t_{op,an} = 4\,224\text{ год.}$

Враховуючи, що режим опалення нормальний, то $f_{im} = 0,87$.

$$\text{Відповідно } W_{H,dis,aux,an} = f_{im,an} W_{H,dis,aux,an,5\,000} (A_f/A_{f,z}) (t_{op,an}/5000) = 0,87 \cdot 229 \cdot 2 \cdot 4\,224/5000 = 336,6\text{ кВт·год/рік.}$$

В.14 Загальне енергоспоживання підсистеми виробництва/генерування теплоти під час опалення

В.14.1 Згідно з формулою (119) загальна енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування дорівнює енергії входу в підсистему розподілення.

В.14.2 Тепловтрати підсистеми виробництва/генерування теплоти визначають для кожного місяця згідно з формулою (120) та наведені в таблиці В.8 При цьому коефіцієнт ефективності підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнятий згідно з таблицею 26 для випадку централізованого теплопостачання з якісним регулюванням зі зрізкою температурного графіка і коригуванням в ІТП за погодними умовами, $\eta_{H,gen} = 0,96$.

В.15 Загальне енергоспоживання під час опалення

В.15.1 Загальне енергоспоживання під час опалення визначено для кожного місяця згідно з формулою (121) та наведено в таблиці В.8.

В.15.2 Річне енергоспоживання під час опалення будівлі розраховано згідно з формулою (122) та наведено в таблиці В.8.

Питоме енергоспоживання будівлі під час опалення становить $70,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$.

В.15.3 Результати розраховувань за річний період представлені в таблиці В.10.

В.16 Додаткова енергія для опалення

В.16.1 Річна кількість додаткової енергії для опалення визначена згідно з формулою (124).

В.16.2 Результати на річній основі представлені в таблиці В.10.

В.17 Загальне енергоспоживання під час охолодження

В.17.1 Проектом передбачено, що як систему охолодження будівлі використовують індивідуальні настінні холодильні машини — кондиціонери класу енергоефективності В.

В.17.2 Враховуючи формулу (128), а також відсутність підсистеми розподілення для системи охолодження, то загальну енергію виходу з системи охолодження визначають згідно з формулою (134), з урахуванням, що підсистема розподілення відсутня взагалі ($Q_{C,dis,in} = Q_{C,nd}$):

$$Q_{C,gen,out} = Q_{C,dis,in} / \eta_{C,ac} = 4\,624,7 / 0,93 = 4\,972,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В.17.3 Загальні тепловтрати підсистеми виробництва/генерування розраховують згідно з формулою (135). При цьому ефективність підсистеми виробництва/генерування прийнята згідно з таблицею 30 і становить: $\eta_{C,gen} = 2,25$:

$$Q_{C,gen,ls} = Q_{C,gen,out} (1 - \eta_{C,gen}) / \eta_{C,gen} = 4\,972,8 \cdot (1 - 2,25) / 2,25 = -2\,762,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В.17.4 Загальне енергоспоживання під час охолодження визначено згідно з формулою (136):

$$Q_{C,use} = Q_{C,gen,out} + Q_{C,gen,ls} = 4\,972,8 - 2\,762,7 = 2\,210,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Питоме енергоспоживання будівлі під час охолодження становить $3,1 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$.

В.17.5 Результати розраховувань за річний період представлені в таблиці В.10.

В.18 Додаткова енергія для охолодження

В.18.1 Додаткову енергію для підсистеми тепловіддавання/виділення ($f_{C,em,aux} = 0,06$ прийнято згідно з таблицею 28; $t_{C,op} = 829$ год згідно з таблицею А.6) визначено згідно з формулою (127):

$$W_{C,em,aux} = f_{C,em,aux} \cdot Q_{C,gen,out} \cdot t_{C,op} / 1\,000 = 0,06 \cdot 4\,972,8 \cdot 829 / 1\,000 = 247,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В.18.2 Враховуючи відсутність підсистеми розподілення, річна кількість додаткової енергії під час охолодження, розрахована згідно з формулою (137), становить:

$$W_{C,aux,an} = W_{C,em,aux} + W_{C,dis,aux,an} = 247,3 + 0 = 247,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В.18.3 Результати розраховувань за річний період представлені в таблиці В.10.

В.19 Загальне енергоспоживання систем вентиляції

В.19.1 У системі вентиляції житлової будівлі використовують витяжні вентилятори, що встановлюють у витяжних каналах кухонь та санвузлів кожної квартири. Засобів для зволоження або осушення припливного повітря в системі вентиляції не передбачено. Основне енергоспоживання системи вентиляції здійснюється витяжними вентиляторами.

В.19.2 Витрата повітря на витяжну вентиляцію з кухонь і санвузлів для опалювального періоду і періоду охолодження за проектними даними становлять:

$$q_{ve,H} = q_{ve,C} = 136,08 \text{ м}^3/\text{год}.$$

В.19.3 Питома потужність вентиляторів системи механічної вентиляції (SFP) прийнята згідно з таблицею 32, яка становить: $SFP = 1 \text{ кВт}/(\text{м}^3/\text{с})$.

В.19.4 Електрична потужність вентиляторів, розрахована згідно з формулами (145)—(146), для опалювального періоду становить:

$$P_{el,H} = q_{ve,H} \cdot SFP / 3\,600 = 136,08 \cdot 1 / 3\,600 = 0,038 \text{ кВт}.$$

В.19.5 Енергоспоживання вентиляторів розраховують згідно з формулою (142) з урахуванням часу роботи системи вентиляції, яка відповідно прийнята згідно з 9.2.1, і становить:

$$Q_{V,use} = Q_{V,sys,fan} = P_{el,H} \cdot t_{V,H} + P_{el,C} \cdot t_{V,C} = 0,038 \cdot 8\,760 + 0,0 = 332,9 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Результати розраховувань за річний період представлені в таблиці В.10.

В.20 Енергопотребі ГВП

В.20.1 Питомі річні енергопотребі ГВП прийняті згідно з таблицею 34 і становлять для багато-квартирної житлової будівлі $20 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2$.

В.20.2 Загальні енергопотребі ГВП становлять:

$$Q_{DHW,nd} = 20 \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^2 \cdot A_f = 20 \cdot 1\,372,5 = 27\,450,0 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Результати розраховувань за річний період представлені в таблиці В.10.

В.21 Енергоспоживання ГВП

В.21.1 Система ГВП будівлі від індивідуальних водонагрівачів. Температура води в системі ГВП прийнята 55°C .

В.21.2 Циркуляційні контури відсутні.

В.21.3 Річні тепловтрати в підсистемі розподілення постачання гарячої води, що розраховують згідно з формулою (147) (з урахуванням $\Psi_{W,j} = 0,4 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$; $L_{W,j} = 50 \text{ м}$; $\theta_{W,dis,avg} = 55^\circ\text{C}$; $\theta_{amb,j} = 20 (26)^\circ\text{C}$; $t_{w,H} = 176 \cdot 24 \cdot 112 / 168 = 2\,816 \text{ год}$ — за період опалення, $t_{w,C} = (365 - 176) \cdot 24 \cdot 112 / 168 = 3\,024 \text{ год}$ — за період охолодження, прийнятих згідно з проектними даними), становить:

$$\begin{aligned} Q_{W,dis,ls} &= \sum \Psi_{W,j} \cdot L_{W,j} \cdot (\theta_{W,dis,avg,j} - \theta_{amb,j}) \cdot t_w / 1\,000 = \\ &= [0,4 \cdot 50 \cdot (55 - 20) \cdot 2\,816 + 0,4 \cdot 50 \cdot (55 - 26) \cdot 3\,024] / 1\,000 = \\ &= 3\,725,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \end{aligned}$$

Примітка. У розрахунках $t_{w,H}$ та $t_{w,C}$ прийнято: 176 — кількість днів опалювального періоду; 365 — кількість днів у році; 24 — кількість годин у добі та 112 — графік опалення на год/тиждень.

В.21.4 Тепловтрати використаної води під час водорозбирання відсутні:

$$Q_{W,em,ls} = 0.$$

В.21.5 Річний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначають згідно з формулою (154), при цьому коефіцієнт ефективності підсистеми виробництва/генерування теплоти прийнято згідно з таблицею 27 для випадку централізованого теплопостачання, $\eta_{gen} = 0,98$.

$$\begin{aligned} Q_{DHW,use} &= [(Q_{DHW,nd} + Q_{W,em,ls} + \sum_m (Q_{W,dis,ls,m} + Q_{W,dis,ls,col,off,m}) / 1\,000] / \eta_{gen} = \\ &= [(27\,450,0 + 3\,725,1 + 0)] / 0,98 = 29\,910,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \end{aligned}$$

В.21.6 Додаткова енергія для системи ГВП відсутня.

В.21.7 Загальний обсяг енергоспоживання на потреби ГВП визначають згідно з формулою (155):

$$\begin{aligned} Q_{DHW,tot,use} &= Q_{DHW,use} + \sum_m (W_{W,dis,aux,m}) / 1\,000 = \\ &= 29\,910,8 + 0 = 29\,910,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \end{aligned}$$

В.21.8 Питоме енергоспоживання будівлі під час ГВП становить 23,2 кВт·год/м².

В.21.9 Результати розраховувань за річний період представлені в таблиці В.10.

В.22 Енергоспоживання під час освітлення

В.22.1 Енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, що розрахована згідно з формулою (157), становить:

$$Q_{WL} = (P_N \cdot F_C) \cdot [(t_D \cdot F_o \cdot F_D) + (t_N \cdot F_o)] \cdot A_f / 1\,000 = \\ = (10 \cdot 0,9) \cdot [(2\,250 \cdot 0,9 \cdot 0,9) + (250 \cdot 0,9)] \cdot 1\,372,5 / 1\,000 = 25\,291,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

У формулі прийнято за таблицею 35: $F_C = 0,9$; $t_D = 2\,250$ год; $F_o = 0,9$; $F_D = 0,9$; $t_N = 250$ год; за проектними даними: $P_N = 10$ Вт/м²; $A_f = 1\,372,5$ м².

В.22.2 Паразитна енергія, необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, та енергія для управління/регулювання освітленням у будівлі, що розрахована згідно з формулою (158), становить:

$$Q_{WP} = P_{em} \cdot A_{em} + P_{pc} \cdot A_{pc} = 1 \cdot 191,3 + 5 \cdot 975,1 = 5\,066,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

У формулі (158) прийнято згідно з таблицею 35: $P_{em} = 1$ кВт·год/(м²·рік); $P_{pc} = 5$ кВт·год/(м²·рік); згідно з проектними даними: $A_{em} = 191,3$ м²; $A_{pc} = 975,1$ м².

В.22.3 Річний обсяг енергоспоживання під час освітлення Q_{Wuse} , кВт·год, розрахований згідно з формулою (157), становить:

$$Q_{Wuse} = Q_{WL} + Q_{WP} = 25\,291,7 + 5\,066,8 = 30\,358,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В.22.4 Питоме енергоспоживання будівлі під час освітлення становить 22,1 кВт·год/м².

В.22.5 Результати на річній основі представлені в таблиці В.10.

В.23 Енергоспоживання під час опалення та охолодження

В.23.1 Сумарне річне енергоспоживання під час опалення та охолодження без урахування додаткової енергії становить:

$$Q_{H,use} + Q_{C,use} = 107\,130,8 + 2\,210,2 = 109\,341,0 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В.23.2 Питоме енергоспоживання будівлі під час опалення та охолодження становить 79,7 кВт·год/м².

В.24 Сумарне енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, гарячого водопостачання та освітлення

В.24.1 Сумарне річне енергоспоживання електричної енергії з урахуванням додаткової енергії становить:

$$W_H + Q_{C,use} + W_C + Q_{V,use} + Q_{DHW,tot,use} + Q_{Wuse} = \\ = 336,6 + 2\,210,2 + 247,3 + 332,9 + 29\,910,8 + 30\,358,5 = 63\,063,4 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В.24.2 Результати розраховувань за річний період наведені в таблиці В.10.

Таблиця В.10 — Звіт за результатами розраховувань

Енергетичні послуги	Енергоспоживання, кВт·год	Енергоносії									
		Теплота	Нафта	Природний газ	Вугілля	Централізоване тепlopостачання	Централізоване холодопостачання	Деревина	Електроенергія	Відновлювані *	Інші, що виробляють на місці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Опалення	Енергопотреба для опалення	103 379,5									
	Енергопотреба для центрального попереднього підігрівання вентиляційного повітря	0,0									
	Енергоспоживання під час опалення					107 130,8			0,0		
	Енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання					0,0			0,0		
	Додаткове енергоспоживання під час опалення								336,6		
	Додаткове енергоспоживання під час центрального попереднього підігрівання								0,0		
	Загальне енергоспоживання під час опалення					107 130,8			336,6		

Продовження таблиці В.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Охолодження	Енергопотреба для охолодження (зокрема осушення повітря)	4 624,7									
	Енергопотреба для центрального попереднього охолодження вентиляційного повітря (зокрема осушення повітря)	0,0									
	Енергоспоживання під час охолодження (зокрема осушення повітря)					0,0			2 210,2		
	Енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження (зокрема осушення повітря під час попереднього охолодження)					0,0			0,0		
	Додаткове енергоспоживання під час охолодження								247,3		
	Додаткове енергоспоживання під час центрального попереднього охолодження								0,0		
	Загальне енергоспоживання під час охолодження					0,0			2 457,5		
Вентиляція	Енергопотреба для зволоження вентиляційного повітря	0,0									
	Енергоспоживання вентиляторів, блоків управління та рекуператорів теплоти								332,9		
	Загалом енергоспоживання під час вентиляції (зокрема зволоження повітря)								332,9		

Кінець таблиці В.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ГВП	Енергопотреба ГВП	27 450,0									
	Енергоспоживання ГВП					0,0			29 910.8		
	Додаткове енергоспоживання ГВП								0,0		
	Загальне енергоспоживання ГВП					0,0			29 910.8		
Освітлення	Енергоспоживання під час освітлення								30 358,5		
Інші послуги	Енергоспоживання іншими послугами								0,0		
Загалом		135 454,2				107 130,8			63 063,4		

ДОДАТОК Г
(довідковий)

ПРИКЛАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ДО ҐРУНТУ

Г.1 Приклад розраховування теплопередачі підлоги на ґрунті

Г.1.1 Розраховування проводять згідно з методикою Б.1.1.

Г.1.2 Основні вихідні дані:

Площа підлоги становить: $A = 274,5 \text{ м}^2$; периметр — $P = 72,0 \text{ м}$. Загальна товщина зовнішніх стін становить: $w = 0,52 \text{ м}$. Лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення конструкції підлоги на ґрунті із зовнішньою стіною $\Psi_g = 0,98 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ — приймають відповідно до ДСТУ 9191.

Г.1.3 Розраховують характерний розмір підлоги згідно з формулою (Б.3):

$$B' = \frac{A}{0,5P} = \frac{274,5}{0,5 \cdot 72,0} = 7,625 \text{ м}.$$

Г.1.4 Визначають еквівалентну товщину підлоги згідно з формулою (Б.12):

$$d_t = w + \lambda_g (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,52 + 2,0 \cdot (0,17 + 2,66 + 0,043) = 6,266 \text{ м}.$$

де $\lambda_g = 2,0 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ — теплопровідність ґрунту (пісок) відповідно до таблиці Б.1;
 $R_{si} = 0,17 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — опір теплопередачі внутрішньої поверхні відповідно до таблиці Б.2;
 $R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — опір теплопередачі зовнішньої поверхні відповідно до таблиці Б.2;
 $R_f = 0,02/0,23 + 0,03/0,93 + 0,05/0,036 + 0,15/0,13 = 2,66 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — опір теплопередачі підлоги на ґрунті (дубовий паркет, цементно-піщаний розчин, плити пінополістирольні екструзійні, засипка доменним шлаком).

Г.1.5 Оскільки $d_t = 6,276 < B' = 7,63$ (посередньо ізольована підлога), коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті визначають згідно з формулою (Б.1):

$$U = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_t} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 7,625 + 6,266} \ln \left(\frac{3,14 \cdot 7,625}{6,266} + 1 \right) = 0,208 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Г.1.6 Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту розраховують згідно з формулою (Б.5):

$$H_g = A U + P \Psi_g = 274,5 \cdot 0,208 + 72,0 \cdot 0,98 = 127,73 \text{ Вт/К}.$$

Г.1.7 Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті $R_{\Sigma пр}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі згідно з формулою (Б.25), становить:

$$R_{\Sigma пр} = A/H_g = 274,5/127,73 = 2,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Г.1.8 Вплив додаткового теплоізолювання в крайовій зоні підлоги

Г.1.8.1 Додаткове горизонтальне теплоізолювання

Г.1.8.1.1 Лінійний коефіцієнт теплопередачі за додаткового горизонтального теплоізолювання підлоги, що встановлюють згідно з формулою (Б.6), становить:

$$\begin{aligned} \Psi_{g,e,гор} &= -\frac{\lambda}{\pi} \left[\ln \left(\frac{D}{d_t} + 1 \right) - \ln \left(\frac{D}{d_t + d'} + 1 \right) \right] = \\ &= -\frac{2}{3,14} \left[\ln \left(\frac{1}{9,054} + 1 \right) - \ln \left(\frac{1}{9,054 + 2,728} + 1 \right) \right] = -0,015 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}, \end{aligned}$$

де $D = 1,0 \text{ м}$ — ширина додаткового горизонтального теплоізолювання;
 $d_t = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,53 + 2 \cdot (0,17 + 2,66 + 0,05/0,036 + 0,043) = 9,054 \text{ м};$
 $d' = R' \cdot \lambda = 1,364 \cdot 2 = 2,728 \text{ м};$

$$R' = R_n - \frac{d_n}{\lambda} = 1,389 - \frac{0,05}{2} = 1,364 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

$R_n = d_n/\lambda_n = 0,05/0,036 = 1,389 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — термічний опір теплопередачі додаткового теплоізолювання;
 $d_n = 0,05 \text{ м}$ — товщина додаткового теплоізолювання;
 $\lambda_n = 0,036 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ — розрахункова теплопровідність матеріалу додаткового теплоізолювання, що визначають згідно з чинним нормативним документом.

Г.1.8.1.2 Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту за додаткового горизонтального теплоізолювання, що розраховують згідно з формулою (Б.10), становить:

$$H_g = A U + P (\Psi_g + \Psi_{g.e.зop}) = 274,5 \cdot 0,208 + 72,0 \cdot (0,98 - 0,015) = 126,66 \text{ Вт/К}.$$

Г.1.8.2 Додаткове вертикальне теплоізолювання

Г.1.8.2.1 Лінійний коефіцієнт теплопередачі за додаткового вертикального теплоізолювання підлоги, що встановлюють згідно з формулою (Б.7), становить:

$$\begin{aligned} \Psi_{g.e.зop} &= -\frac{\lambda}{\pi} \left[\ln \left(\frac{2D}{d_t} + 1 \right) - \ln \left(\frac{2D}{d_t + d'} + 1 \right) \right] = \\ &= -\frac{2}{3,14} \left[\ln \left(\frac{2 \cdot 1}{6,276} + 1 \right) - \ln \left(\frac{2 \cdot 1}{6,276 + 2,728} + 1 \right) \right] = -0,049 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}, \end{aligned}$$

де $D = 1,0 \text{ м}$ — ширина додаткового вертикального теплоізолювання;
 $d_t = w + \lambda (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,52 + 2 \cdot (0,17 + 2,66 + 0,043) = 6,266 \text{ м};$
 $d' = R' \cdot \lambda = 1,364 \cdot 2 = 2,728 \text{ м};$

$$R' = R_n - \frac{d_n}{\lambda} = 1,389 - \frac{0,05}{2} = 1,364 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт};$$

$R_n = d_n/\lambda_n = 0,05/0,036 = 1,389 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — термічний опір теплопередачі додаткового вертикального теплоізолювання;
 $d_n = 0,05 \text{ м}$ — товщина додаткового теплоізолювання;
 $\lambda_n = 0,036 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ — розрахункова теплопровідність матеріалу додаткової теплоізоляції, що визначають згідно з ДСТУ 9191.

Г.1.8.2.2 Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту за додаткового вертикального теплоізолювання, що розраховують згідно з формулою (Б.10), становить:

$$H_g = A U + P (\Psi_g + \Psi_{g.e.зop}) = 274,5 \cdot 0,208 + 72,0 \cdot (0,98 - 0,049) = 124,24 \text{ Вт/К}.$$

Г.1.8.3 Додаткові горизонтальне та вертикальне теплоізолювання

Г.1.8.3.1 Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту за додаткового горизонтального та вертикального теплоізолювання, що розраховують згідно з формулою (Б.10), становить:

$$H_g = A U + P (\Psi_g + \Psi_{g.e.зop}) = 274,5 \cdot 0,208 + 72,0 \cdot (0,98 - 0,015 - 0,049) = 123,05 \text{ Вт/К}.$$

Г.1.8.3.2 Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті $R_{\Sigma np}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі згідно з формулою (Б.25), становить:

$$R_{\Sigma np} = A/H_g = 274,5/123,05 = 2,23 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Г.1.9 Місячний коефіцієнт нестационарної теплопередачі до ґрунту підлоги без додаткового утеплення

Г.1.9.1 Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією, що визначають згідно з формулою (Б.30), становить:

$$\begin{aligned} H_{pi} &= A \cdot \frac{\lambda}{d_t} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + \delta/d_t\right)^2 + 1}} + P \cdot \Psi_g = \\ &= 247,5 \cdot \frac{2}{6,266} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + 2,2/6,266\right)^2 + 1}} + 72,0 \cdot 0,98 = 144,27 \text{ Вт/К}. \end{aligned}$$

Г.1.9.2 Коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі трансмісією, що визначають згідно з формулою (Б.31), становить:

$$H_{pe} = 0,37 \cdot P \cdot \lambda \cdot \ln \left(\frac{\delta}{d_t} + 1 \right) + P \cdot \Psi_g =$$

$$= 0,37 \cdot 72,0 \cdot 2 \cdot \ln \left(\frac{2,2}{6,266} + 1 \right) + 72,0 \cdot 0,98 = 86,59 \text{ Вт/К},$$

де $\delta = 2,2$ м — періодична глибина проникнення, визначена відповідно до таблиці Б.5 для глини.

Г.1.9.3 Місячні коефіцієнти теплопередачі через ґрунт розраховують згідно з формулою (Б.15):

$$H_{g,m} = \frac{\Phi_m}{\theta_{i,m} - \theta_{e,m}},$$

де Φ_m — середня місячна величина теплового потоку, Вт, що розраховують згідно з формулою (Б.18):

$$\Phi_m = H_g (\bar{\theta}_i - \bar{\theta}_e) - H_{pi} \hat{\theta}_i \cos \left(2\pi \frac{m - \tau + \alpha}{12} \right) + H_{pe} \hat{\theta}_e \cos \left(2\pi \frac{m - \tau - \beta}{12} \right),$$

де $H_g = 127,73$ Вт/К; $H_{pi} = 144,27$ Вт/К; $H_{pe} = 89,59$ Вт/К.

$\bar{\theta}_i = (20 + 26)/2 = 23$ °С — середня річна температура внутрішнього повітря житлового будинку;

$\hat{\theta}_i = (26 - 20)/2 = 3$ °С — середня добова амплітуда коливань середньої внутрішньої температури, визначена як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньої місячної температури внутрішнього повітря протягом року;

$\bar{\theta}_e = 8$ °С — середня річна температура зовнішнього повітря, прийнято згідно з додатком А для м. Києва;

$\hat{\theta}_e = (19,8 - (-4,7))/2 = 12,25$ °С — середня добова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, визначена як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньої місячної температури зовнішнього повітря протягом року, яку приймають згідно з додатком А;

m — порядковий номер місяця (від 1 до 12);

τ — порядковий номер місяця, в якому трапляється мінімальна зовнішня температура (зазвичай це січень, $\tau = 1$);

$\alpha = 0$; $\beta = 1$ — фазова різниця згідно з таблицею Б.2 для підвалу;

$\theta_{i,m}$ — середня місячна внутрішня температура для місяця m , °С, розраховують згідно з формулою (Б.16):

$$\theta_{i,m} = \bar{\theta}_i - \hat{\theta}_i \cos \left(2\pi \frac{m - \tau}{12} \right);$$

$\theta_{e,m}$ — середня місячна зовнішня температура для місяця m , °С, що розраховують згідно з формулою (Б.17):

$$\theta_{e,m} = \bar{\theta}_e - \hat{\theta}_e \cos \left(2\pi \frac{m - \tau}{12} \right).$$

Г.1.9.4 Результати розраховувань з урахуванням місячних тепловитрат через ґрунт наведено в таблиці Г.1.

Таблиця Г.1 — Теплопередача через ґрунт з урахуванням місячних тепловитрат

Місяць	$\theta_{i,m},$ °C	$\theta_{e,m},$ °C	$\Phi_m,$ Вт	$\Phi_{gm},$ Вт/К
Січень	20,00	-4,25	1 996,95	82,35
Лютий	20,40	-2,61	2 456,97	106,78
Березень	21,50	1,88	2 767,14	141,00
Квітень	23,00	8,00	2 841,53	189,44
Травень	24,50	14,13	2 659,53	256,34
Червень	25,60	18,61	2 271,56	325,01
Липень	26,00	20,25	1 785,09	310,45
Серпень	25,60	18,61	1 334,89	190,99
Вересень	24,50	14,12	1 045,67	100,79
Жовтень	23,00	8,00	997,55	66,50
Листопад	21,50	1,87	1 203,87	61,34
Грудень	20,40	-2,61	1 607,46	69,86

Г.2 Приклад розраховування теплопередачі опалюваного підвалу до ґрунту**Г.2.1** Розраховування проводять згідно з методикою Б.1.3.**Г.2.2** Основні вихідні дані:

Площа підлоги становить: $A = 274,5 \text{ м}^2$; периметр — $P = 72,0 \text{ м}$. Загальна товщина зовнішніх стін становить: $w = 0,52 \text{ м}$. Висота підвалу — $z = 1,5 \text{ м}$. Лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення конструкції підлоги по ґрунту із зовнішньою стіною $\Psi_g = 1,05 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ — приймають відповідно до ДСТУ 9191.

Г.2.3 Розраховують характерний розмір підлоги згідно з формулою (Б.3):

$$B' = \frac{A}{0,5P} = \frac{274,5}{0,5 \cdot 72,0} = 7,625 \text{ м.}$$

Г.2.4 Визначають еквівалентну товщину підлоги згідно з формулою (Б.12):

$d_t = w + \lambda_g (R_{si} + R_f + R_{se}) = 0,52 + 2,0 \cdot (0,17 + 2,66 + 0,043) = 6,266 \text{ м}$,
де $\lambda_g = 2,0 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ — теплопровідність ґрунту (пісок) відповідно до таблиці Б.1;
 $R_{si} = 0,17 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — опір теплопередачі внутрішньої поверхні відповідно до таблиці Б.2;
 $R_{se} = 0,043 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — опір теплопередачі зовнішньої поверхні відповідно до таблиці Б.2;
 $R_f = 0,02/0,23 + 0,03/0,81 + 0,05/0,036 + 0,15/0,13 = 2,66 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — опір теплопередачі підлоги по ґрунту (дубовий паркет, цементно-піщаний розчин, плити пінополістирольні екструзійні, засипка доменним шлаком).

Г.2.5 Розраховують коефіцієнт теплопередачі підлоги підвалу (цокольного поверху) по ґрунту, попередньо встановивши суму таких складових:

$$d_t + 0,5z = 6,266 + 0,5 \cdot 1,5 = 7,016 \text{ м.}$$

Оскільки $d_t + 0,5z < B'$ (посередньо ізольована підлога підвалу), то коефіцієнт теплопередачі підлоги підвалу визначають згідно з формулою (Б.12):

$$\begin{aligned}
U_{bf} &= \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t + 0,5z} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_t + 0,5z} + 1 \right) = \\
&= \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 7,625 + 6,266 + 0,5 \cdot 1,5} \ln \left(\frac{3,14 \cdot 7,625}{6,266 + 0,5 \cdot 1,5} + 1 \right) = 0,192 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.
\end{aligned}$$

Г.2.6 Еквівалентну сумарну товщину стін, що контактують із ґрунтом, розраховують згідно з формулою (Б.9):

$$d_w = \lambda(R_{si} + R_w + R_{se}) = 2,0 \cdot (0,115 + 2,5 + 0,043) = 5,316 \text{ м},$$

де $R_w = 2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ — термічний опір стін, що контактують із ґрунтом.

Г.2.7 Коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують із ґрунтом, розраховують згідно з формулою (Б.8). Оскільки $d_w = 5,316 < d_t = 6,266$, то d_t у формулі (Б.14) замінюють на d_w :

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left(1 + \frac{0,5d_w}{d_w + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 1,5} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 5,316}{5,316 + 1,5} \right) \ln \left(\frac{1,5}{5,316} + 1 \right) = 0,660 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Г.2.8 Стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту розраховують за формулою:

$$H_g = 274,5 \cdot 0,192 + 1,5 \cdot 72,0 \cdot 0,660 + 72,0 \cdot 1,05 = 199,55 \text{ Вт/К}.$$

Г.2.9 Приведений опір теплопередачі підлоги на ґрунті $R_{\Sigma пр}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, що розраховують через узагальнений коефіцієнт теплопередачі згідно з формулою (Б.25), становить:

$$R_{\Sigma пр} = A/H_g = 274,5/199,55 = 1,38 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}.$$

Г.2.10 Місячний коефіцієнт нестационарної теплопередачі до ґрунту підлоги без додаткового утеплення

Г.2.10.1 Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією, що визначають згідно з формулою (Б.34), становить:

$$\begin{aligned} H_{pi} &= A \cdot \frac{\lambda}{d_t} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + \frac{\delta}{d_t}\right)^2 + 1}} + z \cdot P \cdot \frac{\lambda}{d_w} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + \frac{\delta}{d_w}\right)^2 + 1}} + P \cdot \Psi_g = \\ &= 247,5 \cdot \frac{2}{6,266} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + 2,2/6,266\right)^2 + 1}} + 1,5 \cdot 72,0 \cdot \frac{2}{5,316} \sqrt{\frac{2}{\left(1 + 2,2/5,316\right)^2 + 1}} + \\ &+ 72,0 \cdot 1,05 = 145,77 \text{ Вт/К}. \end{aligned}$$

Г.2.10.2 Коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі трансмісією, що визначають згідно з формулою (Б.35), становить:

$$\begin{aligned} H_{pe} &= 0,37 \cdot P \cdot \lambda \cdot \left[e^{-\frac{z}{\delta}} \ln \left(\frac{\delta}{d_t} + 1 \right) + 2 \left(1 - e^{-\frac{z}{\delta}} \right) \ln \left(\frac{\delta}{d_w} + 1 \right) \right] + P \cdot \Psi_g = \\ &= 0,37 \cdot 72,0 \cdot 2 \cdot \left[e^{-\frac{1,5}{2,2}} \ln \left(\frac{2,2}{6,266} + 1 \right) + 2 \left(1 - e^{-\frac{1,5}{2,2}} \right) \ln \left(\frac{2,2}{0,660} + 1 \right) \right] + \\ &+ 72,0 \cdot 1,05 = 145,81 \text{ Вт/К}, \end{aligned}$$

де $\delta = 2,2 \text{ м}$ — періодична глибина проникнення, визначена відповідно до таблиці Б.5 для глини.

Г.2.10.3 Місячні коефіцієнти теплопередачі через ґрунт розраховують згідно з формулою (Б.15):

$$H_{g,m} = \frac{\Phi_m}{\theta_{i,m} - \theta_{e,m}},$$

де Φ_m — середня місячна величина теплового потоку, Вт, що розраховують згідно з формулою (Б.18):

$$\Phi_m = H_g (\bar{\theta}_i - \bar{\theta}_e) - H_{pi} \hat{\theta}_i \cos \left(2\pi \frac{m - \tau + \alpha}{12} \right) + H_{pe} \hat{\theta}_e \cos \left(2\pi \frac{m - \tau - \beta}{12} \right),$$

де $H_g = 199,55 \text{ Вт/К}$; $H_{pi} = 145,77 \text{ Вт/К}$; $H_{pe} = 145,81 \text{ Вт/К}$.

$\bar{\theta}_i = (20 + 26)/2 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ — середня річна температура внутрішнього повітря житлового будинку;

$\hat{\theta}_i = (26 - 20)/2 = 3 \text{ }^\circ\text{C}$ — середня добова амплітуда коливань середньої внутрішньої температури, визначена як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньої місячної температури внутрішнього повітря протягом року;

$$\bar{\theta}_e = 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

— середня річна температура зовнішнього повітря, прийнято згідно з додатком А для м. Києва;

$$\hat{\theta}_e = (19,8 - (-4,7))/2 = 12,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

— середня добова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, визначена як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньої місячної температури зовнішнього повітря протягом року, яку прийнято згідно з додатком А;

m

— порядковий номер місяця (від 1 до 12);

τ

— порядковий номер місяця, в якому трапляється мінімальна зовнішня температура (зазвичай це січень, $\tau = 1$);

$$\alpha = 0; \beta = 1$$

— фазова різниця згідно з таблицею Б.2 для підвалу;

$\theta_{i,m}$

— середня місячна внутрішня температура для місяця m , $^{\circ}\text{C}$, розраховують згідно з формулою (Б.16):

$$\theta_{i,m} = \bar{\theta}_i - \hat{\theta}_i \cos\left(2\pi \frac{m - \tau}{12}\right);$$

$\theta_{e,m}$

— середня місячна зовнішня температура для місяця m , $^{\circ}\text{C}$, що розраховують згідно з формулою (Б.17):

$$\theta_{e,m} = \bar{\theta}_e - \hat{\theta}_e \cos\left(2\pi \frac{m - \tau}{12}\right).$$

Г.2.10.4 Результати розраховувань з урахуванням місячних тепловитрат через ґрунт наведено в таблиці Г.2.

Таблиця Г.2 — Теплопередача через ґрунт з урахуванням місячних тепловитрат

Місяць	$\theta_{i,m}$, $^{\circ}\text{C}$	$\theta_{e,m}$, $^{\circ}\text{C}$	Φ_m , Вт	Φ_{gm} , Вт/К
Січень	20,00	−4,25	3 420,96	141,07
Лютий	20,40	−2,61	4 155,20	180,58
Березень	21,50	1,88	4 779,33	243,53
Квітень	23,00	8,00	4 543,73	302,92
Травень	24,50	14,13	4 090,40	394,26
Червень	25,60	18,61	3 333,11	476,89
Липень	26,00	20,25	2 481,66	431,59
Серпень	25,60	18,61	1 771,90	253,52
Вересень	24,50	14,12	1 400,46	134,98
Жовтень	23,00	8,00	1 470,24	98,02
Листопад	21,50	1,87	1 961,90	99,97
Грудень	20,40	−2,61	2 739,24	119,04

Г.3 Приклад розраховування теплопередачі технічного підпілля до ґрунту

Г.3.1 Розраховування проводять для житлового будинку, план типового поверху якого зображено на рисунку В.1. Розраховування проводять згідно з методикою Б.1.3.

Г.3.2 Основні вхідні дані (визначено відповідно до проекту):

— загальна товщина зовнішніх стін — $w = 0,52$ м;

— зовнішній периметр підлоги — $P = 72,0$ м;

— площа підлоги перекриття над технічним підпіллям — $A = 274,5$ м²;

— висота від відмітки ґрунту до нижньої відмітки перекриття над технічним підпіллям — $h = 0,50$ м;

- висота стін, що контактують із ґрунтом, — $z = 1,2$ м;
- коефіцієнт теплопередачі перекриття над технічним підпіллям — $U_f = 0,670$ Вт/м²·К (розрахований згідно з ДСТУ 9191);
- термічний опір підлоги на ґрунті технічного підпілля — $R_g = 1,0$ м²·К/Вт (розрахований згідно з ДСТУ 9191);
- лінійний коефіцієнт теплопередачі вузла сполучення конструкції підлоги на ґрунті зі стіною, що межує із ґрунтом, — $\Psi_g = 0,88$ Вт/(м·К) (прийнятий відповідно до ДСТУ 9191);
- коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін технічного підпілля вище рівня поверхні ґрунту — $U_w = 0,736$ Вт/(м²·К) (розрахований відповідно до ДСТУ 9191);
- середня швидкість вітру — $v = 3,0$ м/с;
- площа вентиляційних отворів по периметру підпільного простору — $\varepsilon = 0,002$ м²/м;
- ступінь вітрозахисту будівлі, що визначають згідно з таблицею Б.3 — $f_w = 0,02$ — центр міста.

Г.3.3 Розраховують характерний розмір підлоги згідно з формулою (Б.3):

$$B' = \frac{A}{0,5P} = \frac{274,5}{0,5 \cdot 72} = 7,625 \text{ м.}$$

Г.3.4 Визначають еквівалентні товщини:

— підлоги на ґрунті техпідпілля згідно з формулою (Б.12), при цьому, теплопровідність ґрунту приймають $\lambda = 2,0$ Вт/(м·К) (відповідно до таблиці Б.1), опір теплопередачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь — $R_{si} = 0,17$ м²·К/Вт, $R_{se} = 0,043$ м²·К/Вт (відповідно до таблиці Б.2):

$$d_g = d_t = 0,52 + 2 \cdot (0,17 + 1,00 + 0,043) = 2,946 \text{ м};$$

— стін, що контактують із ґрунтом, що розраховують згідно з формулою (Б.15):

$$d_w = \lambda (R_{si} + R_w + R_{se}) = 2(0,115 + 1,2 + 0,043) = 2,716 \text{ м.}$$

Г.3.5 Коефіцієнт теплопередачі підлоги на ґрунті в техпідпіллі, оскільки $z = 1,2$ м $>$ 0,5 м, визначають згідно з формулою (Б.22):

$$U_g = U_{bf} + \frac{z \cdot P \cdot U_{bw}}{A} = 0,298 + \frac{1,2 \cdot 72,0 \cdot 0,753}{274,5} = 0,535 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)},$$

де U_{bf} , оскільки $d_t + 0,5z = 1,113 + 0,5 \cdot 1,2 = 1,713$ м $<$ $B' = 7,625$ м (посередньо теплоізольована підлога підвалу), встановлено згідно з формулою (Б.12):

$$\begin{aligned} U_{bf} &= \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t + 0,5z} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_t + 0,5z} + 1 \right) = \\ &= \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 7,625 + 2,496 + 0,5 \cdot 1,2} \ln \left(\frac{3,14 \cdot 7,625}{2,946 + 0,5 \cdot 1,2} + 1 \right) = 0,298 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}; \end{aligned}$$

U_{bw} , оскільки $d_w < d_t$, то d_t у формулі (Б.14) замінено на d_w і знайдено:

$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left(1 + \frac{0,5d_w}{d_w + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right) = \frac{2 \cdot 2}{3,14 \cdot 1,2} \left(1 + \frac{0,5 \cdot 2,716}{2,716 + 1,2} \right) \ln \left(\frac{1,2}{2,716} \right) = 0,753 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Г.3.6 Еквівалентний коефіцієнт теплопередачі між простором технічного підпілля та зовнішнім середовищем визначають згідно з формулою (Б.14), при цьому значення коефіцієнта вітрозахисту прийнято $f_w = 0,05$ (відповідно до таблиці Б.3):

$$U_x = 2 \frac{h \cdot U_w}{B'} + 1450 \cdot \frac{\varepsilon \cdot v \cdot f_w}{B'} = 2 \frac{0,5 \cdot 0,736}{7,625} + 1450 \cdot \frac{0,002 \cdot 3 \cdot 0,05}{7,625} = 0,119 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Г.3.7 Коефіцієнт теплопередачі системи огорожувальних конструкцій технічного підпілля визначають згідно з формулою (Б.11):

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x} = \frac{1}{0,670} + \frac{1}{0,535 + 0,119} = 3,020 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \rightarrow U = \frac{1}{3,020} = 0,331 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

Г.3.8 Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту розраховують згідно з формулою (Б.5):

$$H_g = A \cdot U + P \cdot F_g = 274,5 \cdot 0,331 + 72 \cdot 0,88 = 154,24 \text{ Вт/К.}$$

Г.3.9 Місячний коефіцієнт нестационарної теплопередачі до ґрунту підлоги без додаткового утеплення

Г.3.9.1 Коефіцієнт внутрішньої періодичної теплопередачі трансмісією, що визначають згідно з формулою (Б.34), становить:

$$H_{pi} = A \cdot \left[\frac{1}{U_f} + \frac{1}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x} \right]^{-1} = 274,5 \cdot \left[\frac{1}{0,670} + \frac{1}{2,0/2,2 + 0,119} \right] = 111,36 \text{ Вт/К.}$$

Г.3.9.2 Коефіцієнт зовнішньої періодичної теплопередачі трансмісією, що визначають згідно з формулою (Б.35), становить:

$$H_{pe} = U_f \frac{0,37P\lambda \ln \left(\frac{\delta}{d_g} + 1 \right) + U_x A}{\frac{\lambda}{\delta} + U_x + U_f} = 24,65 \text{ Вт/К,}$$

де $\delta = 2,2$ м — періодична глибина проникнення, визначена відповідно до таблиці Б.5 для глини.

Г.3.9.3 Місячні коефіцієнти теплопередачі через ґрунт розраховують згідно з формулою (Б.15):

$$H_{g,m} = \frac{\Phi_m}{\theta_{i,m} - \theta_{e,m}},$$

де Φ_m — середня місячна величина теплового потоку, Вт, що розраховують згідно з формулою (Б.18):

$$\Phi_m = H_g (\bar{\theta}_i - \bar{\theta}_e) - H_{pi} \hat{\theta}_i \cos \left(2\pi \frac{m - \tau + \alpha}{12} \right) + H_{pe} \hat{\theta}_e \cos \left(2\pi \frac{m - \tau - \beta}{12} \right),$$

де $H_g = 154,24$ Вт/К; $H_{pi} = 111,36$ Вт/К; $H_{pe} = 24,65$ Вт/К.

$$\bar{\theta}_i = (20 + 26)/2 = 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

— середня річна температура внутрішнього повітря житлового будинку;

$$\hat{\theta}_i = (26 - 20)/2 = 3 \text{ }^\circ\text{C}$$

— середня добова амплітуда коливань середньої внутрішньої температури, визначена як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньої місячної температури внутрішнього повітря протягом року;

$$\bar{\theta}_e = 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

— середня річна температура зовнішнього повітря, прийнята згідно з додатком А для м. Києва;

$$\hat{\theta}_e = (19,8 - (-4,7))/2 = 12,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

— середня добова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, визначена як половина різниці між максимальним і мінімальним значеннями середньої місячної температури зовнішнього повітря протягом року, яку приймають згідно з додатком А;

m

— порядковий номер місяця (від 1 до 12);

τ

— порядковий номер місяця, в якому трапляється мінімальна зовнішня температура (зазвичай це січень, $\tau = 1$);

$$\alpha = 0; \beta = 1$$

— фазова різниця згідно з таблицею Б.2 для підвалу;

$\theta_{i,m}$

— середня місячна внутрішня температура для місяця m , $^\circ\text{C}$, розраховують згідно з формулою (Б.16):

$$\theta_{i,m} = \bar{\theta}_i - \hat{\theta}_i \cos\left(2\pi \frac{m-\tau}{12}\right);$$

$\theta_{e,m}$ — середня місячна зовнішня температура для місяця m , °C, що розраховують згідно з формулою (Б.17):

$$\theta_{e,m} = \bar{\theta}_e - \hat{\theta}_e \cos\left(2\pi \frac{m-\tau}{12}\right).$$

Г.3.9.4 Результати розраховувань з урахуванням місячних тепловитрат через ґрунт наведено в таблиці Г.3.

Таблиця Г.3 — Теплопередача через ґрунт з урахуванням місячних тепловитрат

Місяць	$\theta_{i,m}$, °C	$\theta_{e,m}$, °C	Φ_m , Вт	Φ_{gm} , Вт/К
Січень	20,00	−4,25	2 015,32	83,11
Лютий	20,40	−2,61	2 089,49	90,81
Березень	21,50	1,88	2 225,74	113,41
Квітень	23,00	8,00	2 386,32	159,09
Травень	24,50	14,13	2 526,76	243,54
Червень	25,60	18,61	2 608,15	373,17
Липень	26,00	20,25	2 607,94	453,55
Серпень	25,60	18,61	2 526,19	361,44
Вересень	24,50	14,12	2 385,55	229,93
Жовтень	23,00	8,00	2 224,97	148,33
Листопад	21,50	1,87	2 088,95	106,44
Грудень	20,40	−2,61	2 015,16	87,57

Г.4 Неопалюваний підвал

Г.4.1 Коефіцієнт теплопередачі до ґрунту через систему огорожувальних конструкцій неопалюваного підвалу, що вентильється зовнішнім повітрям, U , що визначають згідно з формулою (Б.25), становить:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{A}{(A \cdot U_{bf}) + (z \cdot P \cdot U_{bw}) + (h \cdot P \cdot U_w) + (0,33 \cdot n \cdot V_{\text{під}})} =$$

$$= \frac{1}{0,670} + \frac{274,5}{(274,5 \cdot 0,753 + 1,5 \cdot 72 \cdot 0,750 + 1,3 \cdot 72 \cdot 0,736 + 0,33 \cdot 0,3 \cdot 277,3)} = 2,208 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт},$$

звідки $U = 1/2,208 = 0,453 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$,

де $A = 274,5 \text{ м}^2$ — площа перекриття над неопалюваним підвалом за внутрішнім обмірюванням;

$U_f = 1/3,75 = 0,670 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ — коефіцієнт теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом (між внутрішнім середовищем та простором неопалюваного підвалу, розрахований через приведений опір теплопередачі перекриття відповідно до ДСТУ 9191);

$P = 72,0 \text{ м}$ — периметр перекриття над неопалюваним підвалом по стику перекриття із зовнішніми стінами;

$z = 1,50 \text{ м}$ — висота від підлоги підвалу до рівня землі;

$U_{bf} = 0,753 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ — те саме, що у формулі (Б.12) для неізолюваної підлоги;

$U_{bw} = 0,750 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ — те саме, що у формулі (Б.14);

$h = 1,3 \text{ м}$	— висота від відмітки поверхні землі до нижньої відмітки перекриття над неопалюваним підвалом;
$U_w = 0,736 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$	— коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін неопалюваного підвалу вище рівня поверхні ґрунту;
$n = 0,3 \text{ год}^{-1}$	— кратність повітрообміну в неопалюваному підвалі, за відсутністю точних даних приймають;
$V_{\text{під}} = 277,3 \text{ м}^3$	— об'єм повітряного простору неопалюваного підвалу, що приймають за проєктними даними;
$\Psi_g = 0,50 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$	

Г.4.2 Стационарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією неопалюваного підвалу до ґрунту H_g , Вт/К, що розраховують згідно з формулою (Б.5), становить:

$$H_g = A \cdot U + P \cdot \Psi_g = 274,5 \cdot 0,453 + 72 \cdot 0,50 = 160,34 \text{ Вт/К}.$$

ДОДАТОК Д

(довідковий)

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель
- 2 Закон України «Про енергетичну ефективність будівель»
- 3 ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування
- 4 Технічний регламент водогрійних котлів, що працюють на рідкому чи газоподібному паливі, затверджений Постановою КМУ від 27.08.2008 № 748
- 5 ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво
- 6 ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення
- 7 EN ISO 13370:2017 Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods (ISO 13370:2017)
- 8 Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11.07.2018 № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель», зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 16.07.2018 за № 822/32274.

Код згідно з НК 004: 91.120.10

Ключові слова: додаткова енергія, енергоефективність будівель, енергопотребі для опалення та охолодження, енергоспоживання під час опалення, енергоспоживання під час охолодження, енергоспоживання під час гарячого водопостачання, енергоспоживання під час освітлення, теплопередача вентиляцією, теплопередача трансмісією, теплонадходження, тепловтрати.
