

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



МІСЬКЕ КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ
ПРАКТИЧНИХ РОБІТ.

Для студентів спеціальностей
101 «Екологія» та
183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Дніпро
НГУ
2019

Кулікова Д. В. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисциплін «Міське комунальне господарство» для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» [Текст] / Д. В. Кулікова, А. Г. Рудченко. НТУ «Дніпровська політехніка». — Дніпро: НТУ «ДП», 2019. — 40 с.

Автори:

Д.В. Кулікова, к-т техн. наук;

А.Г. Рудченко, ст. викл.

Затверджено методичними комісіями з спеціальностей 101 «Екологія» (протокол № 2 від 13.02.2019) та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» (протокол №2 від 13.02.2019) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол №6 від 13.02.2019).

Подано методичні рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Міське комунальне господарство» для студентів спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Розглянуто екологічні аспекти функціонування у населених містах систем водопостачання, водовідведення та енергопостачання.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, д-р техн. наук, проф. А. В. Павличенко

© Кулікова Д.В., Рудченко А.Г.
НТУ «Дніпровська політехніка», 2019

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Місто – це місце компактного проживання населення, яке за своїм функціональним становищем спроможне виконувати адміністративні, промислові, транспортні, торгівельні та культурно-побутові функції. Воно має багатоповерхову забудову. Житлові мікрорайони і квартали відокремлюються один від одного широкими проспектами, площами, вулицями, газонами і зеленими насадженнями. Промислові підприємства переважно, винесені за межі житлової частини міста і відокремлюються від неї санітарними зонами.

Під поверхнею міста розташовані комунікаційні споруди та мережі, по яких надходить енергія для міста (газопостачання, водопостачання, тепlopостачання) та відводяться відходи (каналізація). Надземна частина міста має меншу кількість комунікаційних мереж, переважно, електропостачання. Як підземні, так і надземні комунікаційні мережі підпорядковані і обслуговуються комунальними службами.

В комунальному господарстві інженерним мережам відводиться основна роль у розв'язанні завдань щодо забезпечення жителів міста водою, теплом, газом, електроенергією, транспортом та іншими послугами, від яких залежить комфорт житла, стан здоров'я людини, благоустрій мікрорайонів, безперебійний режим роботи промислових підприємств, екологічний стан в місті та довкола нього.

Мета практикуму – систематизація та закріплення теоретичних знань, одержаних студентами на лекціях з дисципліни «Міське комунальне господарство», а також уміння практично використовувати ці знання для аналізу стану, структури та функціонування міського комунального господарства України, його впливу на екологічний стан елементів довкілля, а також оцінки екологічної та техногенної безпеки об'єктів міського комунального господарства.

У результаті вивчення дисципліни «Міське комунальне господарство» студент повинен вміти: аналізувати та оцінювати екологічність систем, схем й обладнання міського водопостачання, водовідведення та тепlopостачання; обґрунтовувати вибір, планування, проектування та обчислення параметрів роботи окремих видів обладнання міського комунального господарства; оцінювати ступінь екологічної та техногенної небезпеки об'єктів міського комунального господарства; розраховувати обладнання об'єктів міського комунального господарства; виконувати вибір та обґрунтування екологічно безпечних, ресурсоефективних і енергозберігаючих технологій в міському комунальному господарстві.

Даний практикум містить три практичних роботи. Кожна робота має назву, мету, постановку задачі та приклад виконання. В кінці кожної роботи наводиться перелік контрольних питань для самоперевірки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНІ ПОТРЕБИ НАСЕЛЕННЯ МІСТА ТА НОРМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Мета роботи: ознайомитися з особливостями розрахунку витрат води на господарсько-питні потреби населення міста та норм водовідведення.

1.1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1.1 Визначення витрат води на господарсько-питні потреби населення міста

1. При встановленні витрат води на господарсько-питні потреби населення міста необхідно визначити кількість населення міста за формулою:

$$N = F \cdot P, \text{ чол.} \quad (1.1)$$

де F – площа частини міста з тієї чи іншої щільністю населення, га; P – щільність населення, чол./га.

2. Розрахункова (середня за рік) добова витрата води на господарсько-питні потреби населення міста визначають за формулою:

$$Q_{\text{сєр_доб}} = \frac{N \cdot q_{\text{вод}}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (1.2)$$

де $q_{\text{вод}}$ – норма водопостачання в розрахунку на одного мешканця, л/добу (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Ступінь благоустрою житлових будинків і відповідна їй норма господарсько-питного водопостачання в розрахунку на одного мешканця

Ступінь благоустрою житлових будинків	Характеристика житлових будинків	Норма господарсько-питного водопостачання в розрахунку на одного мешканця $q_{\text{вод}}$, л/добу
1	Житлові будинки квартирного типу з водопроводом, каналізацією та газопостачанням	160
2	Житлові будинки квартирного типу з ваннами і газовими водонагрівачами	200
3	Житлові будинки квартирного типу з швидкодіючими газовими водонагрівачами з багатоточковим водорозбором	230
4	Житлові будинки квартирного типу з централізованим водопостачанням, обладнані умивальниками, мийками, душем	350
5	Житлові будинки квартирного типу з сидячими ваннами, обладнані душем	240

3. Розрахункова витрата води на добу найбільшого і найменшого водопостачання визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{макс_доб}} = K_{\text{макс_доб}} \cdot Q_{\text{сер_доб}}, \text{ м}^3/\text{доб}; \quad (1.3)$$

$$Q_{\text{мін_доб}} = K_{\text{мін_доб}} \cdot Q_{\text{сер_доб}}, \text{ м}^3/\text{доб}. \quad (1.4)$$

Коефіцієнт добової нерівномірності водопостачання, що враховує уклад життя населення, режим роботи підприємства, ступінь благоустрою будівлі, зміну водопостачання міста за минулими сезонами і днях тижня, необхідно приймати рівним: $K_{\text{макс_доб}} = 1,1 \div 1,3$, $K_{\text{мін_доб}} = 0,7 \div 0,9$.

4. Розрахункову витрату води за годину найбільшого і найменшого водопостачання визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{макс_год}} = K_{\text{макс_год}} \cdot \frac{Q_{\text{макс_доб}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (1.5)$$

$$Q_{\text{мін_год}} = K_{\text{мін_год}} \cdot \frac{Q_{\text{мін_доб}}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (1.6)$$

При цьому:

$$K_{\text{макс_год}} = \alpha_{\text{макс}} \cdot \beta_{\text{макс}}, \quad (1.7)$$

$$K_{\text{мін_год}} = \alpha_{\text{мін}} \cdot \beta_{\text{мін}}, \quad (1.8)$$

де α – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи підприємств та інших місцевих умов, який приймається рівним: $\alpha_{\text{макс}} = 1,2 \div 1,4$, $\alpha_{\text{мін}} = 0,4 \div 0,6$; β – коефіцієнт, що враховує кількість мешканців в населеному пункті, значення якого вибирається за табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Значення коефіцієнтів годинної нерівномірності

Кількість мешканців, тис. чол	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 та більше
$\beta_{\text{макс}}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1,0
$\beta_{\text{мін}}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,85	1,0

5. Максимальна секундна витрата води визначається за формулою:

$$Q_{\text{макс_сек}} = \frac{Q_{\text{макс_год}}}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (1.9)$$

1.1.2 Визначення розрахункових витрат води у житловому будинку

1. Визначаємо ймовірність одночасної дії санітарно-технічних приладів різних типів за секунду за формулою:

$$P_{\text{сек}} = \frac{q_{\text{спож}} \cdot N_{\text{спож}}}{q_{\text{прилад}}^{\text{сек}} \cdot \sum n_{\text{прилад}} \cdot 3600} \quad (1.10)$$

де $q_{\text{спож}}$ – норма витрати води одним споживачем під час найбільшого (максимального) водопостачання, л/год. (визначається по табл. 1.3 залежно від категорії водоспоживачів); $N_{\text{спож}}$ – кількість споживачів, що проживають у житловому приміщенні, чол.; $q_{\text{прилад}}^{\text{сек}}$ – секундна витрата води одним приладом,

л/с (визначається за табл. 1.3 в залежності від категорії водоспоживачів);
 $\sum n_{\text{прилад}}$ – загальна кількість санітарно-технічних приладів в житловому будинку, шт.:

$$\sum n_{\text{прилад}} = N_{\text{кв}} \cdot n_{\text{прилад}} \quad (1.11)$$

де $N_{\text{кв}}$ – загальна кількість квартир в житловому будинку; $n_{\text{прилад}}$ – кількість санітарно-технічних приладів в одній квартирі житлового будинку ($n_{\text{прилад}}=4$ санітарно-технічних приладів: мийка, умивальник, ванна, унітаз).

Таблиця 1.3 – Норми витрати води споживачами

Категорія водоспоживання	Характеристика водоспоживача	Норма витрати води з найбільшим водоспоживанням, л	Витрати води приладом, л/с (л/год.)
I	Житлові будинки квартирної типу з водопроводом і каналізацією без ванн	6,5	0,2 (50)
II	Житлові будинки квартирної типу з газопостачанням	7	0,2 (50)
III	Житлові будинки квартирної типу з водопроводом, каналізацією та ваннами з водонагрівачами	8,1	0,3 (300)
IV	Житлові будинки квартирної типу з водопроводом, каналізацією та ваннами з газовими водонагрівачами	10,5	0,3 (300)
V	Житлові будинки квартирної типу з швидкодіючими газовими нагрівачами і багатоточковим водорозбором	13	0,3 (300)
VI	Житлові будинки квартирної типу з централізованим гарячим водопостачанням, обладнані умивальниками, мийками та душем	12,5	0,2 (100)
VII	Житлові будинки квартирної типу з сидячими ваннами, обладнані душем або з ванною довжиною від 1500 до 1700 мм, обладнані душем	14,3	0,3 (300)
VIII	Житлові будинки квартирної типу заввишки понад 12 поверхів з централізованим гарячим водопостачанням і підвищеними вимогами до їх благоустрою	20	0,3 (300)

2. Знаходимо добуток значень $P_{сек} \cdot \sum n_{прилад}$.

Знаючи значення $P_{сек} \cdot \sum n_{прилад}$, згідно додатка 1 знаходимо значення коефіцієнта $\alpha_{буд}^{сек}$, який визначається в залежності від загальної кількості санітарно-технічних приладів $\sum n_{прилад}$, які обслуговують розрахункову ділянку мережі і ймовірності їх одночасної дії $P_{сек}$.

3. Визначаємо максимальну секундну витрату води в житловому будинку за формулою:

$$Q_{буд}^{сек} = 5 \cdot q_{прилад}^{сек} \cdot \alpha_{буд}^{сек}, \text{ л/с.} \quad (1.12)$$

4. Визначаємо максимальну годинну витрату води в житловому будинку.

Для цього знаходимо ймовірність одночасного використання санітарно-технічних приладів за годину за формулою:

$$P_{год} = \frac{3600 \cdot q_{прилад}^{сек} \cdot P_{сек}}{q_{прилад}^{год}} \quad (1.13)$$

де $q_{прилад}^{год}$ – годинна витрата води одним приладом, л/год. (визначається за табл. 1.3 залежно від категорії водоспоживачів);

Знаходимо добуток значень $P_{год} \cdot \sum n_{прилад}$. Знаючи значення $P_{год} \cdot \sum n_{прилад}$, згідно додатка 1 знаходимо значення коефіцієнта $\alpha_{буд}^{год}$.

Визначаємо максимальну годинну витрату води в житловому будинку за формулою:

$$Q_{буд}^{год} = \frac{5 \cdot q_{прилад}^{год} \cdot \alpha_{буд}^{год}}{1000}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.14)$$

5. Визначаємо середньогодинну витрату води в житловому будинку при добовій нормі водопостачання $q_{водоспож}$, л/доб. в розрахунку на одного мешканця за формулою:

$$Q_{буд}^{сер-год} = \frac{q_{водоспож} \cdot N_{спож}}{1000 \cdot 24}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.15)$$

6. Визначаємо добові витрати води в житловому будинку з найбільшим (максимальним) водопостачанням:

- на господарсько-питні потреби за формулою:

$$Q_{г-побут} = \frac{q_{водоспож} \cdot N_{спож}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (1.16)$$

- на поливання прилеглої до житлового будинку території за формулою:

$$Q_{полив} = \frac{q_{полив} \cdot N_{спож}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.17)$$

де $q_{полив}$ – норма витрати води на полив прилеглої до житлового будинку території в перерахунку на одного мешканця ($q_{полив}=50$ л/доб.).

Визначаємо загальну добову витрату води в житловому будинку з найбільшим (максимальним) водопостачанням за формулою:

$$Q_{заг} = Q_{2_побут} + Q_{полив}, \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (1.18)$$

7. Визначаємо витрати води в розрахунку на окрему квартиру житлового будинку:

- максимальні секундні витрати води;

Знаходимо добуток значень $P_{сек} \cdot n_{прилад}$,

де $n_{прилад}$ – кількість санітарно-технічних приладів в одній квартирі, шт.

Знаючи значення $P_{сек} \cdot n_{прилад}$, згідно додатка 1 знаходимо значення коефіцієнта $\alpha_{квар}^{сек}$.

Максимальні секундні витрати води в розрахунку на одну квартиру житлового будинку визначаємо за формулою:

$$Q_{квар}^{сек} = 5 \cdot q_{прилад}^{сек} \cdot \alpha_{квар}^{сек}, \text{ л/с.} \quad (1.19)$$

- максимальні годинні витрати води

Знаходимо добуток значень $P_{год} \cdot n_{прилад}$. Знаючи значення $P_{год} \cdot n_{прилад}$,

згідно додатка 1 знаходимо значення коефіцієнта $\alpha_{квар}^{год}$.

Максимальні годинні витрати води в розрахунку на одну квартиру житлового будинку визначаємо за формулою:

$$Q_{квар}^{год} = \frac{5 \cdot q_{прилад}^{год} \cdot \alpha_{квар}^{год}}{1000}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.20).$$

- середні годинні витрати води в розрахунку на одну квартиру житлового будинку визначаємо за формулою:

$$Q_{квар}^{сер_год} = \frac{q_{водоспож} \cdot n_{мешк}}{1000 \cdot 24}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (1.21)$$

де $n_{мешк}$ – середня кількість мешканців в одній квартирі, чол.

1.3 Визначення розрахункової витрати стічних вод від населеного пункту (міста) і промислових підприємств

1. Визначаємо середньодобову витрату стічних вод від населеного пункту (міста) за формулою:

$$Q_{місто}^{сер_доб} = \frac{N_{насел} \cdot q_{пит}}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.22)$$

де $N_{насел}$ – загальна кількість населення, що проживає на території населеного пункту, чол.; $q_{пит}$ – норма питомого водовідведення з розрахунку на одного жителя міста, л/с;

$$N_{насел} = F \cdot P, \text{ чол.}$$

де F – площа частини міста з тією або іншою щільністю населення, га; P – щільність населення, чол./га.

2. Визначаємо середньосекундну витрату стічних вод від населеного пункту (міста) за формулою:

$$q_{місто} = \frac{Q_{місто}^{сер_доб}}{24 \cdot 3600}, \text{ л/с.} \quad (1.23)$$

3. Визначаємо витрати стічних вод від промислового підприємства. Для цього необхідно розрахувати:

3.1. Кількість господарчо-побутових стічних вод від промислового підприємства за формулою:

$$Q_{г-побут}^{год} = \frac{N_{гор} \cdot q_{гор} \cdot K_{гор} + N_{хол} \cdot q_{хол} \cdot K_{хол}}{1000 \cdot T}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.24)$$

де $q_{гор}$ та $q_{хол}$ – норми водовідведення відповідно в гарячих та холодних цехах, л в розрахунку на одну людину за зміну ($q_{гор}=45$ л/с, $q_{хол}=25$ л/с); $K_{гор}$ та $K_{хол}$ – коефіцієнти нерівномірності відповідно в гарячих та холодних цехах ($K_{гор}=2,5$, $K_{хол}=3,0$); $N_{гор}$ та $N_{хол}$ – кількість людей, що працюють відповідно в гарячих та холодних цехах в зміну, чол.; T – тривалість зміни, годин ($T=8$ год.).

$$N_{гор} = N_{прац} \cdot \gamma, \text{ чол.}$$

де $N_{прац}$ – загальна кількість людей, що працюють на промисловому підприємстві, чол.; γ – відсоток працюючих, що користуються душем, від їх загальної кількості на промисловому підприємстві, %.

Звідси $N_{хол} = N_{прац} - N_{гор}$, чол.

3.2 Визначаємо середньосекундну витрату господарсько-побутових стічних вод від промислового підприємства за формулою:

$$q_{г-побут} = \frac{Q_{г-побут}^{год}}{3,6}, \text{ л/с.} \quad (1.25)$$

3.3 Визначаємо кількість стічних вод, що утворюються від прийому душу, на промисловому підприємстві в розрахунку за 1 зміну за формулою:

$$Q_{душ}^{год} = \frac{q_{норм} \cdot m \cdot t}{1000 \cdot 60}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.26)$$

де $q_{норм}$ – витрата води однією душовою сіткою, л/год. ($q_{норм}=500$ л/год.); m – кількість душових сіток, шт.; t – тривалість користування душа, хв. ($t=45$ хв.).

Кількість душових сіток визначаємо за формулою:

$$m = \frac{N_{гор}}{n_{гор}}, \text{ шт.} \quad (1.27)$$

де $n_{гор}$ – кількість працівників на одну душову сітку. Приймається залежно від санітарної групи виробничих процесів (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Розрахункова кількість людей на одну душову сітку

Група виробничих процесів	Санітарні характеристики виробничих процесів	Кількість людей на одну душову сітку
I	А. Виробничі процеси, які не викликають забруднення одягу і рук	15
	Б. Виробничі процеси, які викликають забруднення одягу і рук	7
II	А. Виробничі процеси з виділенням великої кількості пилу або особливо забруднених речовин	3
	Б. Виробничі процеси з додатковою необхідністю у воді	5

3.4. Визначаємо середсекундну витрату душових стічних вод від промислового підприємства в розрахунку за 1 зміну з максимальним водовідведенням за формулою:

$$q_{душ} = \frac{q_{норм} \cdot t}{3600}, \text{ л/с.} \quad (1.28)$$

3.5 Визначаємо середньодобову витрату стічних вод від технологічних процесів на промислового підприємстві за формулою:

$$Q_{технол}^{сер-доб} = V_{прод} \cdot q_{прод}, \text{ м}^3/\text{доб} \quad (1.29)$$

де $V_{прод}$ – об’єм продукції, що випускається, на добу, од./доб.; $q_{прод}$ – питома витрата води, що приходить на одиницю продукції, яка випускається підприємством, м^3 .

3.6 Визначаємо розрахункову середсекундну витрату виробничих стічних вод за формулою:

$$q_{технол} = \frac{Q_{технол}^{сер-доб}}{3,6 \cdot T} \cdot K, \text{ л/с.} \quad (1.30)$$

де K – коефіцієнт нерівномірності.

3.7 Визначаємо сумарну розрахункову витрату стічних вод від промислового підприємства за формулою:

$$q_{нідпр} = q_{г-побут} + q_{душ} + q_{технол}, \text{ л/с.} \quad (1.31)$$

4. Визначаємо сумарну розрахункову витрату стічних вод від населеного пункту (міста) і промислового підприємства за формулою:

$$Q = q_{місто} + q_{нідпр}, \text{ л/с.} \quad (1.32)$$

1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Визначити витрату води на господарсько-питні потреби мешканців міста з щільністю населення $P=160$ чел./га та площею житлової забудови $F=1000$ га. Будинки обладнані внутрішнім водопроводом, каналізацією та централізованим гарячим водопостачанням. Вихідні дані наведено в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Вихідні дані для визначення витрат води на господарсько-питні потреби мешканців міста

Варіант	F, га	P, чел./га	Ступінь благоустрою житлових будинків	$K_{макс_доб}$	$K_{мін_доб}$	$\alpha_{макс}$	$\alpha_{мін}$
1	180	360	1	1,1	0,74	1,4	0,54
2	160	310	2	1,17	0,81	1,33	0,49
3	130	450	3	1,23	0,85	1,28	0,43
4	135	390	4	1,25	0,7	1,23	0,57
5	150	260	5	1,11	0,77	1,39	0,6
6	195	340	1	1,29	0,89	1,32	0,53
7	170	420	2	1,18	0,86	1,27	0,48
8	220	320	3	1,24	0,71	1,22	0,59
9	100	440	4	1,12	0,78	1,38	0,42
10	190	290	5	1,26	0,82	1,2	0,47

Розв'язок.

1. Виходячи з ступеню благоустрою житлових будинків міста (табл. 1.1), приймаємо норму господарсько-питного водопостачання на одного мешканця $q_{вод}=290$ л/доб.

2. Визначаємо кількість населення міста:

$$N = 1000 \cdot 160 = 160000 \text{ чол.}$$

3. Визначаємо розрахункову (середню за рік) добову витрату води на господарсько-питні потреби населення міста:

$$Q_{сер_доб} = \frac{160000 \cdot 290}{1000} = 46400 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

4. Визначаємо розрахункові витрати води на добу найбільшого (максимального) і найменшого (мінімального) водопостачання

$$Q_{макс_доб} = 1,1 \cdot 46400 = 51040 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{мін_доб} = 0,7 \cdot 46400 = 32480 \text{ м}^3/\text{доб}$$

5. Визначаємо розрахункові витрати води за годину найбільшого (максимального) і найменшого (мінімального) водопостачання

$$Q_{макс_год} = 1,2 \cdot 1,05 \cdot \frac{51040}{24} = 2680 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Q_{мін_год} = 0,4 \cdot 0,85 \cdot \frac{32480}{24} = 460 \text{ м}^3/\text{год}$$

6. Визначаємо максимальну секундну витрату води

$$Q_{макс_сек} = \frac{2680}{3,6} = 744 \text{ л/с}$$

Завдання 2. У житловому будинку на один під'їзд та поверх 4 квартири мешкає $N_{спож}=400$ осіб. В середньому в квартирі мешкають 4 особи та встановлено 4 санітарно-технічних приладу: мийка, умивальник, ванна, унітаз. Категорія водоспоживання становить III. В будинку 100 квартир. $q_{водоспож}=160$ л/доб. Необхідно визначити розрахункову витрату води для всього будинку. Вихідні дані наведено в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Вихідні дані для визначення витрат води на господарсько-питні потреби мешканців міста

Варіант	$N_{поверхів}$	$N_{під'їздів}$	$N_{мешкан}$	$N_{квартир}$	$q_{водоспоживання}$, л/доб. на одного мешканця	Категорія водоспоживача
1	9	12	5	4	160	II
2	16	2	4	8	190	III
3	10	14	5	4	205	IV
4	14	2	4	8	230	V
5	9	10	5	4	250	VI
6	5	8	4	4	300	VIII
7	9	5	5	4	170	VII
8	9	15	4	4	195	I
9	9	7	5	4	210	IV
10	12	5	4	4	235	V

Розв'язок.

1. Згідно категорії водоспоживання $q_{спож}=8,1$ л; $q_{прилад}^{сек}=0,3$ л/с;

$$\sum n_{прилад}=100 \cdot 4=400$$

2. Визначаємо ймовірність одночасної дії санітарно-технічних приладів різних типів за секунду:

$$P_{сек} = \frac{q_{спож} \cdot N_{спож}}{q_{прилад}^{сек} \cdot \sum n_{прилад} \cdot 3600} = \frac{8,1 \cdot 400}{0,3 \cdot 400 \cdot 3600} = 0,0075$$

3. Знаходимо добуток значень $P_{сек} \cdot \sum n_{прилад} = 0,0075 \cdot 400 = 3$. Згідно додатка 1 $\alpha_{буд}^{сек} = 1,84$

4. Визначаємо максимальну секундну витрату води в житловому будинку

$$Q_{буд}^{сек} = 5 \cdot q_{прилад}^{сек} \cdot \alpha_{буд}^{сек} = 5 \cdot 0,3 \cdot 1,84 = 27,6 \text{ л/с}$$

5. Знаходимо ймовірність одночасного використання санітарно-технічних

приладів за годину $P_{год} = \frac{3600 \cdot q_{прилад}^{сек} \cdot P_{сек}}{q_{прилад}^{год}} = \frac{3600 \cdot 0,3 \cdot 0,0075}{300} = 0,027$

6. Знаходимо добуток значень $P_{год} \cdot \sum n_{прилад} = 0,027 \cdot 400 = 10,8$. Згідно додатку 1 $\alpha_{буд}^{год} = 4,361$

7. Визначаємо максимальну годинну витрату води в житловому будинку

$$Q_{буд}^{год} = \frac{5 \cdot q_{прилад}^{год} \cdot \alpha_{буд}^{год}}{1000} = \frac{5 \cdot 300 \cdot 4,361}{1000} = 6,54 \text{ м}^3/\text{Год}$$

8. Визначаємо середньогодинну витрату води в житловому будинку при добовій нормі водопостачання $q_{водоспож}$, л/доб. в розрахунку на одного мешканця:

$$Q_{буд}^{сер-год} = \frac{q_{водоспож} \cdot N_{спож}}{1000 \cdot 24} = \frac{160 \cdot 400}{1000 \cdot 24} = 2,67 \text{ м}^3/\text{Год}$$

9. Визначаємо добові витрати води в житловому будинку з найбільшим (максимальним) водопостачанням:

- на господарсько-питні потреби:

$$Q_{г-побут} = \frac{q_{водоспож} \cdot N_{спож}}{1000} = \frac{160 \cdot 400}{1000} = 64 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

- на поливання прилеглої до житлового будинку території:

$$Q_{полив} = \frac{q_{полив} \cdot N_{спож}}{1000} = \frac{50 \cdot 400}{1000} = 20 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Визначаємо загальну добову витрату води в житловому будинку з найбільшим (максимальним) водопостачанням за формулою:

$$Q_{заг} = Q_{г-побут} + Q_{полив} = 64 + 20 = 84 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

10. Визначаємо витрати води в розрахунку на окрему квартиру житлового будинку:

- максимальні секундні витрати води

Знаходимо добуток значень $P_{сек} \cdot n_{прилад} = 0,0075 \cdot 4 = 0,03$, Знаючи значення

$P_{сек} \cdot n_{прилад}$, згідно додатка 1 знаходимо значення коефіцієнта $\alpha_{квар}^{сек} = 0,237$.

Максимальні секундні витрати води в розрахунку на одну квартиру житлового будинку:

$$Q_{квар}^{сек} = 5 \cdot q_{прилад}^{сек} \cdot \alpha_{квар}^{сек} = 5 \cdot 0,3 \cdot 0,237 = 0,36, \text{ л/с.}$$

- максимальні годинні витрати води

Знаходимо добуток значень $P_{год} \cdot n_{прилад} = 0,027 \cdot 4 = 0,108$. Знаючи значення

$P_{год} \cdot n_{прилад}$, згідно додатка 1 знаходимо значення коефіцієнта $\alpha_{квар}^{год} = 0,355$.

Максимальні годинні витрати води в розрахунку на одну квартиру житлового будинку:

$$Q_{квар}^{год} = \frac{5 \cdot q_{прилад}^{год} \cdot \alpha_{квар}^{год}}{1000} = \frac{5 \cdot 300 \cdot 0,355}{1000} = 0,53, \text{ м}^3/\text{год}$$

- середні годинні витрати води в розрахунку на одну квартиру житлового будинку:

$$Q_{квар}^{сер-год} = \frac{q_{водоспож} \cdot n_{мешк}}{1000 \cdot 24} = \frac{160 \cdot 4}{1000 \cdot 24} = 0,027, \text{ м}^3/\text{год}$$

Завдання 3. Визначити загальну кількість стічних вод від міста з площею $F=150$ га та щільністю $P=300$ чол./га, при питомому водовідведенні $q_{нит}=190$ л/с з розрахунку на одного мешканця і промислового підприємства з кількістю працюючих $N_{прац}=3000$ чоловік, з яких $\gamma=35\%$ від загальної кількості тих, що працюють користуються душем. Об'єм продукції, що випускається, складає $V_{прод}=60$ од./доб., а питома витрата води на одиницю продукції складає $q_{прод}=1,2$ м³. Коефіцієнт нерівномірності $K=1,92$. Санітарна група виробничих процесів II. Б. Вихідні дані наведено в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Вихідні дані для визначення загальної кількості стічних вод від міста та промислового підприємства

Варіант	F , га	P , чол./га	$q_{нит}$, л/с	$N_{прац}$, чол.	γ , %	$V_{прод}$, од./доб.	$q_{прод}$, м ³	K	Санітарна група виробничих процесів
1	180	320	250	4000	60	35	0,5	1,8	I. А
2	160	300	180	2000	55	65	0,25	1,85	I. Б
3	130	240	190	2800	40	15	1,3	2,1	II. А
4	200	175	240	1650	35	10	1,4	1,75	II. Б
5	150	145	170	400	50	44	0,75	1,81	I. А
6	125	210	210	3000	30	37	0,6	1,92	I. Б
7	195	270	290	4500	60	20	1,05	2	II. А
8	215	250	150	4100	55	60	1,2	1,9	II. Б
9	170	195	280	4600	40	29	0,4	1,87	I. А
10	210	225	220	3500	35	25	0,7	1,96	I. Б

Розв'язок.

1. Визначаємо загальну кількість населення:

$$N_{\text{насел}} = F \cdot P = 150 \cdot 300 = 45000 \text{ чол.}$$

2. Визначаємо середньодобову витрату стічних вод від населеного пункту (міста):

$$Q_{\text{місто}}^{\text{сер-доб}} = \frac{N_{\text{насел}} \cdot q_{\text{нум}}}{1000} = \frac{45000 \cdot 190}{1000} = 8550 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

3. Визначаємо середньосекундну витрату стічних вод від населеного пункту (міста):

$$q_{\text{місто}} = \frac{Q_{\text{місто}}^{\text{сер-доб}}}{24 \cdot 3600} = \frac{8550}{24 \cdot 3600} = 0,1 \text{ л/с.}$$

4. Визначаємо кількість людей, що працюють відповідно в гарячих та холодних цехах в зміну:

$$N_{\text{гор}} = N_{\text{прац}} \cdot \gamma = 3000 \cdot 0,35 = 1050$$

$$N_{\text{хол}} = N_{\text{прац}} - N_{\text{гор}} = 3000 - 1050 = 1950$$

5. Кількість господарчо-побутових стічних вод від промислового підприємства:

$$Q_{\text{г-побут}}^{\text{год}} = \frac{N_{\text{гор}} \cdot q_{\text{гор}} \cdot K_{\text{гор}} + N_{\text{хол}} \cdot q_{\text{хол}} \cdot K_{\text{хол}}}{1000 \cdot T} = \frac{1050 \cdot 45 \cdot 2,5 + 1950 \cdot 25 \cdot 3}{1000 \cdot 8} \approx 33 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

6. Визначаємо середньосекундну витрату господарсько-побутових стічних вод від промислового підприємства:

$$q_{\text{г-побут}} = \frac{Q_{\text{г-побут}}^{\text{год}}}{3,6} = \frac{33}{3,6} = 9,2 \text{ л/с}$$

7. Кількість душових сіток визначаємо:

$$m = \frac{N_{\text{гор}}}{n_{\text{гор}}} = \frac{1050}{5} = 210 \text{ шт.}$$

8. Визначаємо кількість стічних вод, що утворюються від прийому душу, на промисловому підприємстві в розрахунку за 1 зміну:

$$Q_{\text{душ}}^{\text{год}} = \frac{q_{\text{норм}} \cdot m \cdot t}{1000 \cdot 60} = \frac{500 \cdot 210 \cdot 45}{1000 \cdot 60} = 78,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

9. Визначаємо середньосекундну витрату душових стічних вод від промислового підприємства в розрахунку за 1 зміну з максимальним водовідведенням:

$$q_{\text{душ}} = \frac{q_{\text{норм}} \cdot m}{3600} = \frac{500 \cdot 210}{3600} = 29,2 \text{ л/с.}$$

10. Визначаємо середньодобову витрату стічних вод від технологічних процесів на промисловому підприємстві:

$$Q_{\text{технол}}^{\text{сер-доб}} = V_{\text{прод}} \cdot q_{\text{прод}} = 60 \cdot 1,2 = 72 \text{ м}^3/\text{доб}$$

11. Визначаємо розрахункову середньосекундну витрату виробничих стічних вод:

$$q_{\text{технол}} = \frac{Q_{\text{технол}}^{\text{сер-доб}}}{3,6 \cdot T} \cdot K = \frac{72 \cdot 1,92}{3,6 \cdot 8} = 4,8 \text{ л/с.}$$

12. Визначаємо сумарну розрахункову витрату стічних вод від

промислового підприємства:

$$q_{нідр} = q_{з_побут} + q_{душ} + q_{технол} = 9,2 + 29,2 + 4,8 = 43,2 \text{ л/с}$$

13. Визначаємо сумарну розрахункову витрату стічних вод від населеного пункту (міста) і промислового підприємства:

$$Q = q_{місто} + q_{нідр} = 0,1 + 43,2 = 43,3 \text{ л/с.}$$

Питання для самоконтролю

1. Як розраховується середня за рік добова витрата води на господарсько-питні потреби населення міста?
2. Від чого залежить ступінь благоустрою житлових будинків?
3. Методика розрахунку витрат води на добу, за годину та посекундна найбільшого і найменшого водопостачання.
4. Визначення ймовірності одночасної дії санітарно-технічних приладів різних типів.
5. Як змінюються витрати води приладів в залежності від категорії водоспоживання?
6. Методика визначення максимальної секундної та годинної витрати води в житловому будинку.
7. Визначення добових витрат води в житлових будинках на господарсько-питні потреби.
8. Визначення добових витрат води в житлових будинках на поливання прилеглої до житлового будинку території
9. Методика визначення витрат води на окрему квартиру житлового будинку.
10. Визначення середньосекундної витрати стічних вод від населеного пункту (міста)
11. Методика розрахунку витрат стічних вод від промислового підприємства.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ В ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ

Мета роботи: вивчити механізм і методику розрахунку тепловтрат через віконні отвори різних конструкцій та навчитися зберігати енергетичні ресурси, необхідні для опалювання житлових приміщень.

2.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1.1 Визначення оптимальної кількості тепла для опалення житлового будинку

Збереження енергетичних ресурсів, необхідних для опалювання житлових приміщень, обумовлене, в першу чергу, високим термічним опором зовнішніх конструкцій, що захищають. Згідно з будівельними нормами і правилами (БНіП) термічний опір стін має бути не менше $R=6 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}$. Якщо ж будинок

має термічний опір R не менше 10, то створюються передумови для опалювання будинку від роботи звичайних побутових приладів, лампочок освітлення, а також тепла людей, що знаходяться в будинку.

У контексті раціонального використання енергетичних ресурсів споживану енергію слід підрозділяти на енергію **високої** і **низької** якості. Наприклад, електрична енергія в стабільній мережі змінного струму з параметрами 220V та 50 Гц відноситься до енергії високої якості. Її доцільно використовувати лише там, де без неї неможливо обійтися: холодильник, комп'ютер, телевізор, насос, побутові прилади з електродвигунами.

Для освітлення або для роботи чайника і електроплити абсолютно не обов'язково мати змінний струм високої якості. Тут може бути низька якість електроенергії і постійний струм. Деякі побутові прилади мають колекторні двигуни (наприклад, пилосос) і тому вони можуть працювати і від 220V постійного струму.

Абсолютно нераціонально використовувати електричну енергію для опалювання. При отриманні електричної енергії на теплових станціях коефіцієнт корисної дії (ККД) з електрики складає близько 30 %. Автономні дизель-генератори також мають ККД приблизно 30 %. Тому спалювати органічне паливо для вироблення електричної енергії, яка потім використовуватиметься на опалювання, – безрозсудно. Ефективнішим в цьому випадку буде безпосереднє спалювання органічного палива для здобуття тепла на опалювання.

Компресорні паливні насоси, що працюють від електрики високої якості, перекачують тепло з низькотемпературних джерел (річка, водоймище, ґрунтові води) в систему опалювання і гарячого водопостачання будинку. При цьому витрачається електричної енергії до 30 % від загальної кількості отриманого тепла. Якщо електрика отримана при спалюванні органічного палива, то жодної економії палива немає і подавньо.

Теплова енергія – це енергія низької якості. Її раціонально використовувати на потреби опалювання і гарячого водопостачання, а також приготування їжі. Як джерела цієї енергії можуть бути традиційне паливо: вугілля, дрова, газ, так і нетрадиційні джерела: сонячна енергія, біогаз.

Серйозним чинником економії енергії в автономному будинку є акумуляція електричної і теплової енергії. Акумуляція дозволяє перерозподіляти отримання і споживання енергії за часом. Наприклад, Сонце гріє вдень, а максимальне навантаження на опалювання – ніч (можлива добова акумуляція), влітку надлишок сонячного тепла – а взимку недостача (можлива сезонна акумуляція).

Акумуляція дозволяє накопичувати енергію маленькими порціями, а віддавати – великими. Помилкою є підбір енергетичного джерела по максимуму споживаної енергії: наприклад, максимальне споживання електричної енергії 50 кВт, і, значить, начебто потрібна електрична станція потужністю не менше 50 кВт. Але така потужність потрібна не весь час, а лише на якийсь період. Тому за наявності закумуляованої електричної енергії потужність електричної станції може бути значно меншою, отже, йдеться про

реальну економію енергетичних ресурсів. Окрім цього, при споживанні закумуляованої електричної енергії електрична станція може і не працювати, а включатися лише в разі збільшення навантажень. В цьому випадку, електричною станцією вже може бути вітрогенератор, сонячний модуль, міні ГЕС або генератор з двигуном внутрішнього згорання, що працює на біогазі.

Принцип акумуляції поширюється також і на теплову енергію. Надлишок тепла скидається, наприклад, в тепловий акумулятор і споживається в міру необхідності.

Теплові акумулятори бувають водні, ґрунтогравійні і хімічні. Першими двома видами є частини конструкції будинку. Хімічні акумулятори використовують спеціальні речовини, що зберігають тепло у формі хімічних зв'язків, що дозволяє зберігати великі кількості теплової енергії багато місяців без істотних втрат. Наприклад, можна за літо накопити достатню кількість тепла на весь подальший опалювальний період.

Сама конструкція будинку також повинна сприяти ефективному накопиченню і використанню енергії. Поняття «екобудинок» передбачає мінімальне споживання енергії і ефективно її використання усередині будинку. В якості екобудинку можуть виступати будинок-колектор, будинок-акумулятор і будинок-термос.

Архітектура *будинку-колектора* сприяє максимальному проникненню сонячних променів всередину будинку в опалювальний період і мініимальному – в жаркий період року. Зони денного перебування освітлюють безпосередньо сонячним світлом, а спальні і підсобні приміщення розташовуються на тіньовій стороні будинку. Коридори, туалети, ванні кімнати освітлюють сонячним світлом через колодязі-світлопроводи з даху будинку. Окрім цього, будинок має сонячні колектори для нагріву води або/та повітря для гарячого водопостачання та можливо опалення.

Усередині *будинку-акумулятора* розташовуються великі маси для поглинання тепла. Тут накопичуються надлишки тепла, не викликаючи перегріву в будинку, а віддається тепло, коли його бракує.

Будинок-термос – це максимально ізольована конструкція будинку, яка зберігає тепло з мінімальними втратами.

Резервом збереження енергії є також використання в будинку енергоефективного устаткування. Існують різні типи побутових електроприладів, котлів, світильників тих, що відрізняються один від одного своєю енергоефективністю. Наприклад, лампи денного світла споживають менше енергії, чим лампи розжарювання. Сучасні енергоефективні лампи при однаковій силі світла споживають в 5 разів менше електричної енергії, чим лампи розжарювання, а служать в 10 разів довше.

Істотній економії енергії сприяє використання засобів автоматизації. Наприклад, освітлення включається лише там, де знаходяться люди. При переміщенні людини по будинку в темний час доби світло автоматично включається і вимикається по ходу руху.

Витрата теплоти Q_{on} на опалювання дорівнює тепловтратам будівлі визначається за формулою:

$$Q_{on} = \alpha_{on} \cdot V \cdot (t_{CB} - t_{ЗБ}), \text{ кДж/год або Вт} \quad (2.1)$$

де t_{CB} – температура в середині будівлі, °С; $t_{ЗБ}$ – температура зовні будівлі, °С; V – об'єм будівлі по зовнішнім розмірам, м³; α_{on} – коефіцієнт, що характеризує будівлю з точки зору його опалення кДж/(м³·год°К) або кВт/(м³·°К). Для житлових будівель: $\alpha_{on}=1,2\div 2$, кДж/(м³·год°К).

В свою чергу, необхідна кількість тепла Q_{on} , що передається в приміщення через поверхні радіаторів визначається за формулою:

$$Q_{on} = KF\Delta t \quad (2.2)$$

де K – коефіцієнт теплопередачі стінок радіатора, Вт/м²·°С; F – поверхня нагріву радіатора, м²; Δt – різниця температури гарячої води в радіаторі та температури повітря у приміщенні, °С.

З рівняння (2.2), знаючи витрату теплоти на опалювання, легко визначити необхідну загальну поверхню нагріву, а, знаючи площу поверхні однієї секції радіатора, обчислити необхідне число секцій радіатора.

2.1.2 Дослідження механізму і методики розрахунку тепловтрат через віконні отвори різних конструкцій

Велика частина тепловтрат (до 40-60%) з приміщень доводиться на віконні і дверні отвори, які відносяться до конструкцій, що захищають. Тому необхідно підвищувати термічний опір віконних і дверних заповнень. Необхідний термічний опір вікон і балконних дверей повинен складати не менше 0,6 м²·°С/Вт. Термічний опір різних конструкцій віконних отворів, вживаних в сучасному будівництві, представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Приведений термічний опір вікон і балконних дверей

Заповнення світлового отвору	Приведений опір теплопередачі, м ² ·°С/Вт	
	у дерев'яному або ПВХ каркасі	у алюмінієвому каркасі
Подвійне скління в спарених каркасах	0,4	-
Подвійне скління в роздільних каркасах	0,44	0,34*
Потрійне скління в окремо-спарених каркасах	0,55	0,46
Однокамерний склопакет із звичайного скла	0,38	0,34
Однокамерний склопакет із скла з твердим селективним покриттям	0,51	0,43
Однокамерний склопакет із скла з м'яким селективним покриттям	0,56	0,47
Двокамерний склопакет із звичайного скла (з міжскляною відстанню 6 мм)	0,51	0,43
Двокамерний склопакет із звичайного скла (з міжскляною відстанню 12 мм)	0,54	0,45

Заповнення світлового отвору	Приведений опір теплопередачі, м ² °С/Вт	
	у дерев'яному або ПВХ каркасі	у алюмінієвому каркасі
Двокамерний склопакет із скла з твердим селективним покриттям	0,58	0,48
Двокамерний склопакет із скла з м'яким селективним покриттям	0,68	0,52
Двокамерний склопакет із скла з твердим селективним покриттям і заповненням міжскляного простору аргоном	0,65	0,53
Два однокамерні склопакети в спарених каркасах	0,70	-
Два однокамерні склопакети в роздільних каркасах	0,74	-
Чотиришарове скління в двох спарених каркасах	0,80	-

* - в сталевих каркасах

Склопакет є виробом, що складається з двох або більше шарів скла, сполучені між собою по контуру таким чином, що між ними утворюються герметично замкнуті порожнини, заповнені зневодненим повітрям або іншим газом.

Опір теплопередачі одного звичайного скла складає приблизно 0,17 м² °С/Вт, а склопакета з двох звичайних стекол – 0,36-0,39 м² °С/Вт. Опір теплопередачі трьохскляного вікна з урахуванням матеріалу, з якого воно виготовлено, може перевищувати 0,6 м² °С/Вт. Найбільший ефект досягається при використанні в склопакеті одного із стекол з селективним покриттям, здатним відбивати теплові хвилі всередину приміщення і одночасно пропускати зовні сонячні теплові випромінювання.

Тільки за рахунок застосування в склопакеті такого скла, а також введення в міжскляний простір щільнішого, ніж повітря, газу, наприклад аргону, криптону або ксенону, можна добитися величини термічного опору, що наближається до одиниці. Дослідження показують, що конструктивні рішення вікон, і передусім їх скляній частині, зможуть сприяти досягненню термічного опору теплопередачі, рівного 1,8-2,0 м² °С/Вт.

Традиційна технологія виготовлення склопакетів зводиться до з'єднання на певній відстані один від одного двох або трьох стекол. В якості матеріалу, що забезпечує необхідну міжскляну відстань, застосовується алюмінієвий перфорований профіль коробчатого перерізу (середник), всередину якого засипається зернистий осушувач повітря – силікагель. Профіль кріпиться до стекол за допомогою бутилової маси (внутрішній шов), а по торцях створеного склопакета укладається міцна полісульфідна маса (зовнішній шов).

Методи виробництва склопакетів постійно удосконалюються.

Наприклад, відомий метод, коли проміжний простір (середник) заповнюється за допомогою бутилової гумової стрічки, зміцненої металом. Необхідно відмітити, що матеріал, з якого зроблений середник, впливає на теплоізолюючі властивості країв склопакета (рис. 2.1).

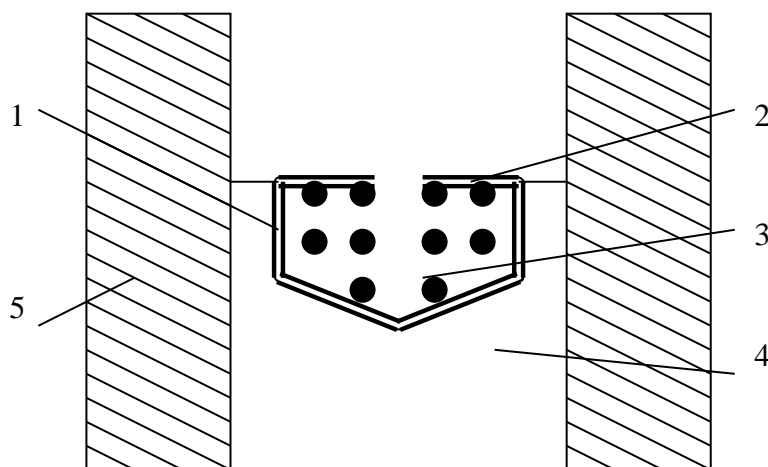


Рис. 2.1 – Принципова схема конструкції традиційного ізолюючого склопакета:
1 – внутрішній шов, 2 – середник, 3 – осушувач, 4 – зовнішній шов, 5 – скло

В наші дні стало загальноприйнятою нормою застосовувати в конструкціях вікон склопакети, утеплені каркаси з суперущільнювачами і тому подібне. Без цих заходів збільшення термічного опору тільки зовнішніх стін безглуздо.

Практично усі види вікон, а також найбільш важливі їх елементи підлягають обов'язковій сертифікації. В обов'язковому порядку мають бути сертифіковані: вікна дерев'яні, дерев'яно-алюмінієві і алюмінієві; вікна полімерні і профілі для них; склопакети, що використовується у вікнах; матеріали, герметизуючі будівельні для ущільнення місць примикання віконних блоків до елементів стін і тому подібне в житлових будівлях.

При обов'язковій сертифікації відбувається перевірка відповідності якості вікон, що поставляються, вимогам нормативних документів. Застосування у будівництві нових видів вікон без наявності технічного свідоцтва категорично заборонене.

Теплоізоляція в зимовий період є найбільш важливою функцією вікон. Втрати тепла через скло складаються з теплопровідності, конвекції і теплового випромінювання. Для зменшення втрат тепла від теплопровідності і конвекції, застосовують подвійне скління (склопакети), але це дає лише незначний ефект для випромінювання, тому що основна частка тепловтрат відбувається за рахунок теплового випромінювання. Для зменшення цього виду випромінювання розроблені так звані енергозберігаючі вікна.

Надання енергозберігаючих властивостей склу пов'язано з нанесенням на його поверхню низькоемісійних оптичних покриттів, а саме скло з таким покриттям одержало назву *низькоемісійного*. Ці покриття забезпечують проходження в приміщення короткохвильового сонячного випромінювання, але перешкоджають виходу з приміщення довгохвильового теплового випромінювання, наприклад від опалювального приладу. Тому скло з

низькоемісійним покриттям називають «селективним склом».

Характеристикою енергозбереження є випромінювальна здатність скла. Під випромінювальною здатністю скла (емісією) скла розуміють здатність скляної поверхні відбивати довгохвильове невидиме людським оком теплове випромінювання, довжина хвилі якого менше 16000 нм. Емісітент поверхні (E) визначає радіаційну здатність скла (у звичайного скла E становить > 0.83 , а випромінювальна здатність селективних стекол менше 0,04), і, отже, і здатність як би «відбивати» назад в приміщення теплове випромінювання.

Причина виникнення випромінювання криється в русі вільних електронів атомів, що знаходяться на поверхні скла, і щільності електронів, що рухаються. Далеко не всі метали, добре проводять електричний струм, мають властивість відбивати довгохвильове теплове випромінювання.

Отже, чим нижче емісітент, тим менше втрати тепла. При цьому скло з оптичним покриттям, що має значення емісітента $E=0,004$, відображає назад в приміщення понад 90% теплової енергії, що йде через вікно.

В даний час для цих цілей використовується два типи покриттів: так зване *K-скло* (Low-E) – «тверде» покриття і *i-скло* (Double Low-E) – «м'яке» покриття.

Для надання теплозберігаючих властивостей *K-скла* на його поверхні в процесі виробництва утворюється тонкий шар з оксидів металів, який є прозорим і в той же час має електропровідність. Відомо, що електропровідність прямо пов'язана з випромінювальною здатністю E поверхні. Величина випромінювальної здатності простого скла становить 0,84, а у *K-скла* зазвичай близько 0,2.

i-скло виробляється вакуумним напиленням і становить собою тришарову (і більше) структуру з почергових шарів срібла і діелектрика. Таке скло за своїми теплозберігаючими властивостями в 1,5 рази перевершує *K-скло*.

Розрахунок віконних прорізів, склопакетів це розрахунок теплообміну природної конвекції в вузьких глухих каналах (рис. 2.2).

Середню щільність теплового потоку (q) між поверхнями скла, розділеними прошарком газу товщиною (δ) можна розраховувати, як у випадку перенесення теплоти теплопровідністю через плоску стінку. Розглядаємо скло як багатошарову стінку. Теплопровідність такої стінки визначається за наступним рівнянням:

$$q = \frac{(t_1^c - t_2^c) \cdot \lambda_{екв}}{\delta_{пр}} \quad (2.3)$$

де t_1^c , t_2^c – найбільша та найменша температури стекол; $\lambda_{екв}$ – еквівалентний коефіцієнт теплопровідності, що враховує конвективний перенос теплоти; $\delta_{пр}$ – товщина проміжку між склом.

При $Gr \cdot Pr < 10^3$, природну конвекцію можна не враховувати, вважаючи $\lambda_{екв} = \lambda_{ж}$ коефіцієнту теплопровідності середовища в проміжку.

Якщо $Gr \cdot Pr \geq 10^3$ значення $\lambda_{екв}$ стає багато більше, ніж $\lambda_{ж}$ і його необхідно розраховувати за рівнянням:

$$\lambda_{екв} = K \cdot \lambda_{ж} . \quad (2.4)$$

Поправка на конвекцію (K) визначається залежністю:

$$K = 0,18 \cdot (Gr \cdot Pr)^{0,25} \quad (2.5)$$

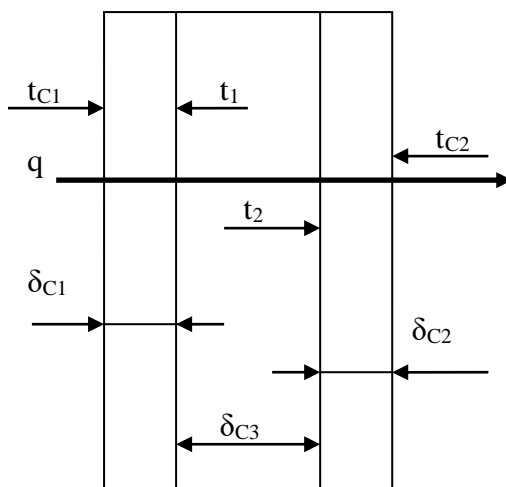


Рис. 2.2. Розподіл температури по товщині склопакета: q – середня щільність теплового потоку; t_{C1} – температура на внутрішній стінці внутрішнього скла склопакета; t_1 – температура на зовнішній стінці внутрішнього скла склопакета; t_2 – температура на внутрішній стінці зовнішнього скла склопакета; t_{C2} – температура на зовнішній стінці зовнішнього скла склопакета; δ_{C1} – товщина внутрішнього скла; δ_{C2} – товщина зовнішнього скла; δ_{C3} – товщина прошарку газу в міжскляному просторі

Критерій **Грасгофа** визначається за рівнянням:

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot (t_C - t_{ж}) \cdot l^3}{\nu^2} \quad (2.6)$$

де $g=9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості середовища в проміжку, $\text{м}^2/\text{с}$; l – визначальний характерний розмір, м; за l приймається товщина проміжку між склом $l = \delta_{np}$; t_C ; $t_{ж}$ – температури стінки і середовища в проміжку відповідно.

β – коефіцієнт об'ємного розширення середовища в проміжку, який визначається за формулою:

$$\beta = \frac{1}{(t_{ж}^{cep} + 273)} = \frac{1}{T_{ж}}, \quad 1/\text{K} \quad (2.7)$$

Визначальною температурою $t_{ж}^{cep}$, при якій розраховується критерій, є середня температура між склом, яку в першому наближенні можна прийняти рівною температурі всередині і зовні будівлі:

$$t_{ж}^{cep} = t_1^c + \frac{t_2^c}{2} . \quad (2.8)$$

Число **Прандтля** складається з величин, що характеризують теплофізичні властивості речовини, і саме є теплофізичною константою. Значення Pr

наводиться в спеціальних таблицях або може бути визначене за формулою:

$$\text{Pr} = \frac{C \cdot \nu \cdot \rho}{\lambda}, \quad (2.9)$$

де ρ – щільність середовища в проміжку, кг/м^3 ; C – коефіцієнт теплоємності середовища в проміжку, $\text{кДж/кг}\cdot\text{К}$.

Якщо скління багатошарове, то термічний опір такої стінки дорівнює сумі термічних опорів окремих шарів, а середня щільність теплового потоку через неї буде дорівнювати:

$$q = \frac{(t_1^c - t_2^c)}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (2.10)$$

Відповідно тепловий потік можна визначити за формулою:

$$Q = \frac{(t_1^c - t_2^c) \cdot F_{CT}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} \quad (2.11)$$

де $\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – сума термічних опорів всіх шарів склопакету.

2.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Визначити витрату теплоти на опалення n_1 -квартирного n_2 -поверхового будинку, обрати необхідне число секцій радіатора опалення. Для заданого числа опалювальних приміщень (житлові кімнати та кухня), визначити в середньому число секцій в кожному з них, розподілити всі секції радіаторів пропорційно опалювальним площам приміщення. В нашому випадку $n_1=5$ та $n_2=3$.

Площа будинку по зовнішньому заміру становить $A=200 \text{ м}^2$, висота $B=9 \text{ м}$. Квартири n_3 -комнатні ($n_3=2$).

Температура гарячої води в радіаторі $+t_1=70^\circ\text{C}$, коефіцієнт теплопередачі через стінку радіатора $K=9 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Температура повітря в квартирі повинна бути $+t_2=19^\circ\text{C}$. Опалювальна характеристика будівлі $\alpha_{on}=1,7 \text{ кДж/м}^3 \text{ год } ^\circ\text{C}$.

Мінімальна температура зовні будівлі в взимку – $t_3=24^\circ\text{C}$.

В якості опалювального приладу використовують чавунні секційний радіатор типу М-140-АО с поверхнею нагріву однієї секції $0,25 \text{ м}^2$. В розрахунках мати на увазі, що $1 \text{ Вт}=3,6 \text{ кДж/год}$. Вихідні дані в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для визначення витрат теплоти на опалення будинку

Варіант	Число квартир, n_1	Число поверхів, n_2	Площа будинку, $A, \text{ м}^2$	Висота будинку, $B, \text{ м}$	Число кімнат в квартирах, n_3
1	1	1	50	3	2
2	2	1	100	3	2
3	3	1	150	3	2
4	4	2	100	6	2
5	5	2	100	6	2

Варіант	Число квартир, n_1	Число поверхів, n_2	Площа будинку, A , m^2	Висота будинку, B , м	Число кімнат в квартирах, n_3
6	6	2	100	6	2
7	7	2	150	6	2
8	8	2	200	6	2
9	9	3	150	9	2
10	10	2	250	6	2
11	1	1	100	3	3
12	2	1	150	3	3
13	3	1	200	3	3
14	4	2	100	6	3
15	6	2	200	6	3
16	8	2	250	6	3
17	3	3	100	9	3
18	6	3	200	9	3
19	2	2	65	6	3
20	4	2	150	6	3

Продовж. табл. 2.2

Варіант	Температура гарячої води в радіаторі, $+t_1$ °C	Коефіцієнт теплопередачі, K , Вт/ m^2 °C	Температура повітря в квартирах, $+t_2$ °C	α_{on} , кДж/ m^3 год °C	Температура зовні – t_3 °C
1	+90	4	+18	1,2	-30
2	+80	5	+20	1,3	-25
3	+80	6	+20	1,4	-20
4	+75	7	+19	1,5	-20
5	+70	8	+19	1,6	-25
6	+75	9	+20	1,7	-23
7	+78	10	+18	1,8	-23
8	+76	4	+20	1,9	-25
9	+72	5	+19	2	-24
10	+74	6	+18	1,2	-20
11	+82	7	+20	1,3	-30
12	+80	8	+18	1,4	-29
13	+84	9	+19	1,5	-28
14	+86	10	+20	1,6	-27
15	+88	4	+18	1,7	-26
16	+90	5	+19	1,8	-25
17	+80	6	+20	1,9	-24
18	+82	7	+19	2	-23
19	+84	8	+18	1,2	-22
20	+86	9	+20	1,3	-21

Розв'язок.

1. Витрата теплоти Q_{on} на опалювання дорівнює тепловтратам будівлі:

$$Q_{on} = \alpha_{on} \cdot V \cdot (t_{CB} - t_{ЗБ}) = 1,7 \cdot 200 \cdot 9(19 + 24) = 131580 \text{ кДж/год.}$$

2. Визначення витрат теплоти в середньому на 1 кімнату

$$Q_{on}^{кім} = \frac{Q_{on}}{n_1 n_2 n_3} = \frac{131580}{5 \cdot 3 \cdot 2} = 4386 \text{ кДж/год.}$$

3. Визначення поверхня нагріву радіатора

$$F = \frac{Q_{on}^{кім}}{K \Delta t} = \frac{4386}{9 \cdot 3,6 \cdot (70 - 19)} = 2,65 \text{ м}^2.$$

4. Визначаємо необхідну кількість секцій радіатора

$$n_{секц} = \frac{F}{F_1} = \frac{2,65}{0,25} \approx 11 \text{ секцій.}$$

Завдання 2. Розрахувати тепловтрати через повністю заклеєну стіну будівлі розміром $l=8$ м на $h=2$ м. Температури внутрішньої поверхні скла і зсередини будівлі $t_1=20^\circ\text{C}$. Скління подвійне. Температура зовнішньої поверхні скла $t_2=-10^\circ\text{C}$. Товщина скла: зсередини $\delta_1=0,004$ м та зовні $\delta_2=0,003$ м. Проміжок між склом $\delta_3=0,2$ м. Коефіцієнт теплопровідності скла $\lambda_C=1$ Вт/К м. Вихідні дані наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для визначення тепловтрат будинку

Варіант	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$l, \text{ м}$	$h, \text{ м}$	$\delta_1, \text{ м}$	$\delta_2, \text{ м}$	$\delta_3, \text{ м}$
1	20	-1	10	2,5	0,003	0,003	0,10
2	20	-2	8	2	0,004	0,004	0,15
3	18	-4	8	2,5	0,005	0,003	0,20
4	18	-6	6	2,5	0,005	0,005	0,10
5	20	-8	4	2,5	0,004	0,005	0,18
6	20	-10	5	2	0,006	0,006	0,25
7	18	-12	12	2,5	0,008	0,008	0,30
8	19	-13	4	3	0,006	0,008	0,16
9	20	-14	5	2,4	0,010	0,010	0,20
10	20	-16	7	2,6	0,010	0,010	0,25

Розв'язок.

1. Визначаємо критерій **Грасгофа**

Для цього визначаємо:

1.1 Визначальна температура $t_{Ж}^{cep} = t_1^c + \frac{t_2^c}{2} = 20 + \frac{-10}{2} = 15^\circ\text{C}$

1.2 Коефіцієнт об'ємного розширення середовища в проміжку:

$$\beta = \frac{1}{(t_{Ж}^{cep} + 273)} = \frac{1}{T_{Ж}} = \frac{1}{(15 + 273)} = 0,0035 \text{ К}^{-1}$$

1.3 Критерій **Грасгофа**

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot (t_C - t_{Ж}) \cdot l^3}{\nu^2} = \frac{9,8 \cdot 0,0035 (20 - 15) \cdot 0,2^3}{\left(\frac{17,97}{1,189}\right)^2} = 6,0 \cdot 10^{-6}$$

2. Число **Прандтля**

$$Pr = \frac{C \cdot v \cdot \rho}{\lambda} = \frac{C \cdot \mu \cdot 10^3}{\lambda} = \frac{1,018 \cdot 17,97}{25,38} = 0,72 \cdot 10^3$$

3. Критерій $Gr \cdot Pr = 6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,72 \cdot 10^3 = 4,32 \cdot 10^{-3}$ він значно менше 10^3 і тому природну конвекцію можна не враховувати.

4. Середня щільність теплового потоку

$$q = \frac{(t_1^c - t_2^c)}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} = \frac{20 - (-10)}{\frac{0,004}{1} + \frac{0,003}{1} + \frac{0,2}{25,38}} \approx 2013 \text{ Вт/м}^2$$

5. Тепловий потік

$$Q = \frac{(t_1^c - t_2^c) \cdot F_{СТ}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}} = q \cdot F_{cm} = 2013 \cdot 8 \cdot 2 = 32,2 \text{ кВт}$$

Питання для самоконтролю

1. Сформулюйте основні передумови ефективного використання енергії на опалювання житлових приміщень.

2. Чи впливає термічний опір зовнішніх конструкцій, що захищають, на енергоекономічність будинку? Яким чином?

3. Чи має сенс підрозділяти енергію на енергію високої і низької якості? Чому?

4. Чому нераціонально використовувати електричну енергію для опалювання?

5. У чому полягає принцип акумуляції теплової і електричної енергії? Яким чином можна акумулювати енергію?

6. Що є економічним будинком (екобудинком)? Які різновиди їх Вам відомі?

7. Охарактеризуйте будинок-колектор. У чому полягають його переваги і недоліки?

8. Охарактеризуйте будинок-акумулятор. У чому полягають його переваги і недоліки?

9. Охарактеризуйте будинок-термос. У чому полягають його переваги і недоліки?

10. Яким чином істотній економії енергії сприяє використання засобів автоматизації?

11. Що є енергоефективним устаткуванням? Наведіть приклади такого устаткування.

12. Чому необхідно підвищувати термічний опір віконних і дверних прорізів?

13. Чому віконні прорізи старих конструкцій не мають необхідного термічного опору?

14. Що являє собою склопакет? Які основні конструктивні елементи входять до його складу?

15. Що таке скла з селективним покриттям? Які можливості для енергозбереження вони дають?

16. У чому полягає сертифікація і контроль якості склопакетів?
17. Виділіть і охарактеризуйте найважливіші споживчі властивості вікон.
18. Якими способами можливо надання склу енергозберігаючих властивостей?
19. Які види покриттів скла використовують в даний час для зменшення втрат тепла?
20. При дотриманні яких умов партія вікон може бути застосована в будівництві?
21. З яких елементів складаються втрати тепла через віконне заповнення?

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ І ОЦІНКА ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Мета роботи: Ознайомитись з методикою визначення витрат електричної енергії та оцінкою енергоекономічності підприємства.

3.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.

3.1.1 Визначення витрат електроенергії електроспоживаючого обладнання на підприємстві

У загальному випадку електрична енергія витрачається на забезпечення роботи електроспоживаючого обладнання і на освітлення.

Річні витрати електроенергії W електроспоживаючим обладнанням визначається за формулою:

$$W = P_n \cdot K_g \cdot T \cdot N, \quad (3.1)$$

де P_n – встановлена (номінальна) потужність електрообладнання, кВт; K_g – коефіцієнт використання встановленої потужності (додаток 4); T – кількість годин роботи обладнання за розрахунковий період, год.; N – кількість однотипного обладнання, шт.

Для електроприймачів, паспортна потужність S яких позначена в кВА, встановлена потужність визначається за формулою:

$$P_n = S \cdot \cos \varphi, \text{ кВт} \quad (3.2)$$

де $\cos \varphi$ – паспортне значення коефіцієнта потужності.

При повторно-короткочасному режимі роботи встановлена потужність технологічного електроприймача приймається рівною:

$$P_n = \sqrt{PB_H} \cdot P_{II}, \text{ кВт} \quad (3.3)$$

де PB_H – номінальна потужність електроприймача при номінальній відносній тривалості включення, кВт; P_{II} – паспортна потужність електроприймача при номінальній відносній тривалості включення, кВт.

Якщо передбачається холостий хід установки, то витрата електроенергії цією установкою визначається наступним чином:

$$W = P_H \cdot t_H \cdot P_{xx} \cdot t_{xx}, \quad (3.4)$$

де P_H – номінальна потужність електродвигуна під навантаженням, кВт;

t_H – час роботи електродвигуна під навантаженням, год.; P_{xx} – потужність, споживана електродвигуном при холостому ході установки, кВт; t_{xx} – час роботи електродвигуна без навантаження, тобто на холостому ході.

3.1.2 Визначення витрат електроенергії на освітлення на підприємствах та організаціях

Техніко-економічні показники експлуатації освітлювальних установок (ОУ) організацій різних відомств, міністерств залежать від правильного вибору (розрахунку) їх потужності, раціонального використання робочого часу ОУ. Встановлена потужність ОУ визначається проектними інститутами шляхом проведення світлотехнічних розрахунків для кожної установи в кожному конкретному випадку. В основу цих розрахунків покладена величина нормованої освітленості робочої поверхні, яка залежить від типу приміщення і точності виконуваних робіт відповідно до СНБ 2.04.05-98. Значення величини питомої потужності джерел світла, що припадають на одиницю площі робочої поверхні залежить від таких величин, як площа приміщення, відстань від джерела світла до робочої поверхні, характеристики застосовуваних освітлювальних приладів, архітектурних особливостей приміщення.

Для визначення питомої потужності є спеціальні нормативні таблиці для груп світильників, а саме для освітлювальних приладів з люмінесцентними лампами і лампами розжарювання. З огляду на специфіку роботи освітлювальних приладів в приміщеннях різного призначення, повинне плануватися споживання електроенергії з урахуванням режиму їх роботи, географічної широти розташування, сезонності роботи і т.п. (табл. 3.1-3.5).

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта одночасності включення освітлювальних приладів (K_o)

Тип приміщення	Коефіцієнт K_o
Приміщення для відвідувачів	0,9
Виробничі	0,8
Складські	0,7
Адміністративно-побутові	0,95
Торгові	0,9

Добове споживання електроенергії на підприємстві (установі) на потреби освітлення визначається за формулами:

- для приміщень, що мають природне освітлення:

$$W_1 = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot S_i \cdot K_o \cdot T) \cdot K_n, \text{ кВт}\cdot\text{год}; \quad (3.5)$$

- для приміщень без природного освітлення:

$$W_2 = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot S_i \cdot K_o \cdot T), \text{ кВт}\cdot\text{год}; \quad (3.6)$$

де w_i – питома потужність освітлення, що залежить від типу застосовуваного джерела світла для i -их приміщень, Вт/м²; S_i – площа відповідних приміщень, м²; K_o – коефіцієнт одночасності включення

освітлювальних приладів (табл. 3.1); K_n – коефіцієнт попиту освітлювальних навантажень (табл. 3.2); T – тривалість роботи освітлювальних приладів (табл. 3.3 та 3.4).

Таблиця 3.2 – Коефіцієнт попиту освітлювальних навантажень (K_n)

Найменування об'єкту	Коефіцієнт K_n
Дрібні виробничі будівлі	1,0
Виробничі будівлі, що складаються з окремих великих прольотів	0,95
Адміністративні будинки й підприємства громадського харчування	0,9
Виробничі будівлі, що складаються з декількох окремих приміщень	0,85
Лабораторні і конторсько-побутові будівлі, лікувальні, дитячі та навчальні заклади	0,8
Складські будівлі, підсобні приміщення, кімнати очікування і т.п.	0,6
Зовнішнє і аварійне освітлення	1,0

Таблиця 3.3 – Тривалість роботи (річна) освітлювальної установки T при роботі в одну зміну

Нормована освітлюваність E_n , лк	Тривалість роботи освітлювальної установки T , год							
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4	5	7
150	820	640	530	470	420	390	340	300
200	1110	850	700	600	540	490	420	350
300	1740	1300	1050	890	770	690	580	470
400	2150	1740	1390	1180	1010	900	750	580
500	2150	2150	1740	1450	1250	1100	910	700

Таблиця 3.4 – Тривалість роботи (річна) освітлювальної установки T при роботі в дві та три зміну

Нормована освітлюваність E_n , лк	Тривалість роботи освітлювальної установки T , год							
	2-х змінна							
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4	5	7
150	2820	2470	2270	2130	2020	1950	1830	1690
200	3130	2750	2500	2340	2210	2110	1970	1810
300	3810	3290	2970	2740	2570	2440	2260	2030
400	4300	3840	3430	3150	2940	2780	2540	2260
500	4300	4300	3900	3560	3310	3110	2830	2490
3-х змінна								
150	4890	4520	4290	4120	4000	3900	3760	3590
200	5200	4790	4520	4330	4190	4080	3910	3710
300	5840	5320	4980	4740	4560	4420	4210	3950
400	6480	5850	5440	5250	4930	4760	4510	4200
500	6500	6380	5900	5560	5310	5110	4780	4440

Таблиця 3.5 – Коефіцієнт запасу, що враховує втрати освітлювальної мережі (K_3)

Приміщення та територія	Приклади приміщень	Коефіцієнт запасу				
		при природному освітленні в розташуванні світлопропускаючого матеріалу			при штучному освітленні	
		вертикально	під ухилом	горизонтально	газорозрядні лампи	лампи розжарювання
Приміщення громадських та житлових будівель	Кабінети і робочі приміщення громадських будівель, житлові кімнати, навчальні приміщення, лабораторії, читальні зали та зали наради, торгові зали і т.п.	1,2	1,4	1,5	1,5	1,3

Примітка: K_3 – розрахунковий коефіцієнт, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації внаслідок забруднення і старіння світлопрозорих заповнень у світлових прорізах, джерел світла (ламп) і світильників, а також зниження відбиваючих властивостей поверхні приміщення.

Загальна добове споживання електричної енергії визначається за формулою:

$$W = W_1 + W_2. \quad (3.7)$$

Річне споживання електроенергії на потреби освітлення приміщень установи (підприємства) визначається за формулою:

$$W_o = \sum WK_3 n, \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{рік} \quad (3.8)$$

де W_i – добове споживання електроенергії, кВт·год; K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує втрати освітлювальної мережі (табл. 3.5); n – кількість робочих днів установи (підприємства) на рік.

Витрати електроенергії на освітлення можна визначити за формулою:

$$W_o = P_{HO} \cdot T_{MO} \cdot K_o, \text{ кВт}\cdot\text{год} \quad (3.9)$$

де P_{HO} – сумарна номінальна потужність світильників в приміщенні, кВт; T_{MO} – річне число годин використання максимуму освітлення, год. (табл. 3.3 та 3.4).

3.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Завдання 1. Вентилятори подачі та відведення, 4 шт. по 2,2 кВт і холодильні установки, 6 шт. по 1,65 кВт потужністю кожна. Сушильні шафи, 4 шт. потужністю по 0,89 кВт. Час роботи одиниці електроустаткування

визначається технологічним режимом роботи підприємства за рік, T , годину. Освітлювальні установки (ОУ) – 30 шт. по 0,08 кВт. Коефіцієнт використання встановленої потужності для ОУ становить 0,8.

Розв’язок. Використовуючи формулу (3.1), визначаємо витрати електроенергії електроприймачами, результати розрахунків заносимо в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати розрахунків (приклад)

Найменування обладнання	Кількість, шт. (поз. С в табл. 3.7)	Номінальна потужність, P_n , кВт (поз. А в табл. 3.7)	Коефіцієнт використання встановленої потужності, K_B^*	Час роботи, T , год (поз. В в табл. 3.7)	Річні витрати електроенергії, W , кВт·год
Вентилятор	4	2,2	0,8	800	5632
Холодильне обладнання	6	1,65	0,8	6048	59875
Сушильні камери	4	0,89	0,6	800	1709
Освітлення	30	0,08	0,8	4200	8064
Всього:					75276

Примітка: K_B^* - паспортні данні (додаток 4).

Вихідні дані наведено в табл. 3.7.

Завдання 2. Площа аудиторії $S=70$ м², освітленість робочої поверхні – 300 лк, висота аудиторії – 4 м, коефіцієнт одночасності $K_o=0,95$ (табл. 3.1), коефіцієнт попиту $K_n=0,8$ (табл. 3.2), коефіцієнт запасу $K_z=1,2$, тривалість роботи освітлювальних приладів на добу $T=6$ год. (режим роботи навчального закладу). Кількість робочих днів 252 днів на рік. Приміщення має природне освітлення. Питома потужність освітлення, що залежить від типу застосовуваного джерела світла $w_i=21,0$ кВт/м².

Розв’язок.

Річне споживання електроенергії освітлювальними приладами визначаємо за формулою (3.8).

$$W_o = \sum WK_z n = 70 \cdot 21 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 252 = 2,03 \cdot 10^6 \text{ кВт·год/рік.}$$

Вихідні дані наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.7 – Варіанти вихідних даних до задачі 1

Варіант	Вид обладнання, що споживає електроенергію								
	електроплита			транспортер			вентилятор		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
1	1,0	800	3	4,5	390	2	2,1	400	6
2	1,1	810	4	4,4	380	3	2,2	410	5
3	1,2	820	5	4,3	370	4	2,3	420	4
4	1,3	830	3	4,2	360	2	2,4	430	3
5	1,4	840	4	4,1	350	3	2,5	440	2

Варіант	Вид обладнання, що споживає електроенергію								
	електроплита			транспортер			вентилятор		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
6	1,5	850	5	4,0	340	4	2,6	450	6
7	1,6	860	3	4,1	330	2	2,7	460	5
8	1,7	870	4	4,2	320	3	2,8	470	4
9	1,8	880	5	4,3	310	4	2,9	480	3
10	1,9	890	3	4,4	300	2	3,0	490	2
11	2,0	900	4	4,5	290	3	2,9	500	6
12	1,9	890	5	4,6	280	4	2,8	510	5
13	1,8	880	3	4,7	270	2	2,7	520	4
14	1,7	870	4	4,8	260	3	2,6	530	3
15	1,6	860	5	4,9	250	4	2,5	540	2
16	1,5	850	3	5,0	240	2	2,4	550	6
17	1,4	840	4	4,9	230	3	2,3	560	5
18	1,3	830	5	4,8	220	4	2,2	570	4
19	1,2	820	3	4,7	210	2	2,1	580	3
20	1,1	810	4	4,6	200	3	2,0	590	2
21	1,0	800	5	4,5	190	4	1,9	600	6
22	0,9	790	3	4,4	180	2	1,8	610	5

Продовж. табл. 3.7

Варіант	Вид обладнання, що споживає електроенергію									Освітлення	
	пилосос			кондиціонер			холодильник				
	А	В	С	А	В	С	А	В	С	А	С
1	А	В	С	А	В	С	А	В	С	А	С
2	3,5	140	5	5,1	4300	7	0,75	6100	2	0,05	30
3	3,4	130	6	5,2	4250	6	0,76	6090	3	0,06	32
4	3,3	120	7	5,3	4200	5	0,77	6080	4	0,07	33
5	3,2	110	8	5,4	4150	4	0,78	6070	5	0,08	34
6	3,1	100	2	5,5	4100	3	0,79	6060	6	0,05	35
7	3,0	95	3	5,6	4050	7	0,80	6050	7	0,06	36
8	3,1	90	4	5,7	4000	6	0,81	6040	8	0,07	37
9	3,2	85	5	5,8	3950	5	0,82	6030	9	0,08	38
10	3,3	80	6	5,9	3900	4	0,83	6020	2	0,05	39
11	3,4	175	7	6,0	3850	3	0,84	6010	3	0,06	40
12	3,5	170	8	5,9	3800	7	0,85	6000	4	0,07	41
13	3,6	165	2	5,8	3750	6	0,86	5990	5	0,08	42
14	3,7	160	3	5,7	3700	5	0,87	5980	6	0,05	43
15	3,8	155	4	5,6	3660	4	0,88	5970	7	0,06	44
16	3,9	150	5	5,5	3600	3	0,89	5960	8	0,07	45
17	4,0	145	6	5,4	3550	7	0,90	5950	9	0,08	46
18	3,9	135	7	5,3	3500	6	0,91	5940	2	0,05	47
19	3,8	125	8	5,2	3450	5	0,92	5930	3	0,06	48
20	3,7	115	2	5,1	3400	4	0,93	5920	4	0,07	49
21	3,6	105	3	4,0	3350	3	0,94	5910	5	0,08	50
22	3,5	75	4	5,1	3300	7	0,95	5900	6	0,05	51

Таблиця 3.8 – Варіанти вихідних даних до задачі 2

Варіант	Вид приміщення	Площа приміщення $S, \text{ м}^2$	Питома потужність освітлення, $w_i, \text{ Вт/м}^2$
1	склад	20	21,0
2	кабінет	22	21,1
3	аудиторія	24	21,2
4	кабінет	16	21,3
5	торговий зал	28	21,4
6	цех	70	21,5
7	лабораторія	32	21,6
8	офіс	34	21,7
9	склад	36	21,8
10	офіс	38	21,9
11	аудиторія	40	22,0
12	цех	92	22,1
13	торговий зал	44	22,2
14	аудиторія	46	22,3
15	цех	48	22,4
16	офіс	50	22,5
17	склад	52	22,6
18	торговий зал	54	22,7
19	лабораторія	56	22,8
20	склад	50	20,6
21	торговий зал	40	25,2

Продовж. табл. 3.8

Варіант	Нормативна освітленість робочої поверхні $E_n, \text{ лк}$	Кількість змін в сутки	Тривалість роботи освітлювальної установки в сутки $T, \text{ час}$
1	150	1	1,5
2	200	2	2,0
3	400	3	2,5
4	200	1	3,0
5	300	2	3,5
6	400	3	4,0
7	500	1	5,0
8	300	2	7,0
9	150	3	1,5
10	300	1	2,0
11	400	2	2,5
12	400	3	3,0
13	300	1	3,5
14	400	2	4,0
15	400	3	5,0
16	300	1	7,0
17	150	2	1,5
18	300	3	2,0
19	500	1	2,5
20	520	2	3,5
21	450	3	4,0

Питання для самоконтролю

1. Як визначаються річні витрати електроенергії W електроспоживаючим обладнанням?
2. Наведіть техніко-економічні показники експлуатації освітлювальних установок (ОУ) організацій різних відомств, міністерств тощо.
3. Як визначається встановлена потужність ОУ?
4. Як визначається питома потужність різних груп світильників?
5. Як визначається коефіцієнт одночасності включення освітлювальних приладів?
6. Як визначається добове споживання електроенергії на підприємстві (установі) на потреби освітлення?
7. Як визначається тривалість роботи (річна) освітлювальної установки T при роботі в одну, дві та три зміни?
8. Як визначається річне споживання електроенергії на підприємстві (установі) на потреби освітлення?
9. Як визначається загальне добове споживання електричної енергії?
10. Як визначаються витрати електроенергії на освітлення?

Додаток 1

Значення коефіцієнтів α при $P \leq 0,1$ і будь-якій кількості N , а також при $P > 0,1$ і $N > 200$

NP	α	NP	α	NP	α	NP	α	NP	α
менше 0,015	0,200	0,046	0,266	0,115	0,361	0,35	0,573	0,84	0,883
0,015	0,202	0,047	0,268	0,120	0,367	0,36	0,580	0,86	0,894
0,016	0,205	0,048	0,270	0,125	0,373	0,37	0,588	0,88	0,905
0,017	0,207	0,049	0,271	0,130	0,378	0,38	0,595	0,90	0,916
0,018	0,210	0,050	0,273	0,135	0,384	0,39	0,602	0,92	0,927
0,019	0,212	0,052	0,276	0,140	0,389	0,40	0,610	0,94	0,937
0,020	0,215	0,054	0,280	0,145	0,394	0,41	0,617	0,96	0,948
0,021	0,217	0,056	0,283	0,150	0,399	0,42	0,624	0,98	0,959
0,022	0,219	0,058	0,286	0,155	0,405	0,43	0,631	1,00	0,969
0,023	0,222	0,060	0,289	0,160	0,410	0,44	0,638	1,05	0,995
0,024	0,224	0,062	0,292	0,165	0,415	0,45	0,645	1,10	1,021
0,025	0,226	0,064	0,295	0,170	0,420	0,46	0,652	1,15	1,046
0,026	0,228	0,065	0,298	0,175	0,425	0,47	0,658	1,20	1,071
0,027	0,230	0,068	0,301	0,180	0,430	0,48	0,665	1,25	1,096
0,028	0,233	0,070	0,304	0,185	0,435	0,49	0,672	1,30	1,120
0,029	0,235	0,072	0,307	0,190	0,439	0,50	0,678	1,35	1,144
0,030	0,237	0,074	0,309	0,195	0,444	0,52	0,692	1,40	1,168
0,031	0,239	0,076	0,312	0,20	0,449	0,54	0,704	1,45	1,191
0,032	0,241	0,078	0,315	0,21	0,458	0,56	0,717	1,50	1,215
0,033	0,243	0,080	0,318	0,22	0,467	0,58	0,730	1,55	1,238
0,034	0,245	0,082	0,320	0,23	0,476	0,60	0,742	1,60	1,261
0,035	0,247	0,084	0,323	0,24	0,485	0,62	0,755	1,65	1,283
0,036	0,249	0,086	0,326	0,25	0,493	0,64	0,767	1,70	1,306
0,037	0,250	0,088	0,328	0,26	0,502	0,66	0,779	1,75	1,328
0,038	0,252	0,090	0,331	0,27	0,510	0,68	0,791	1,80	1,350
0,039	0,254	0,092	0,333	0,28	0,518	0,70	0,803	1,85	1,372

<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α
0,040	0,256	0,094	0,336	0,29	0,526	0,72	0,815	1,90	1,394
0,041	0,258	0,096	0,338	0,30	0,534	0,74	0,826	1,95	1,416
0,042	0,259	0,098	0,341	0,31	0,542	0,76	0,838	2,00	1,437
0,043	0,261	0,100	0,343	0,32	0,550	0,78	0,849	2,1	1,479
0,044	0,263	0,105	0,349	0,33	0,558	0,80	0,860	2,2	1,521
0,045	0,265	0,110	0,355	0,34	0,565	0,82	0,872	2,3	1,563

Продовження додатка 1

<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α
2,4	1,604	8,2	3,585	18,0	6,362	44,0	12,89	96	24,99
2,5	1,644	8,3	3,616	18,2	6,415	44,5	13,01	97	25,22
2,6	1,684	8,4	3,646	18,4	6,469	45,0	13,13	98	25,45
2,7	1,724	8,5	3,677	18,6	6,522	45,5	13,25	99	25,68
2,8	1,763	8,6	3,707	18,8	6,575	46,0	13,37	100	25,91
2,9	1,802	8,7	3,738	19,0	6,629	46,5	13,49	102	26,36
3,0	1,840	8,8	3,768	19,2	6,682	47,0	13,61	104	26,82
3,1	1,879	8,9	3,798	19,4	6,734	47,5	13,73	106	27,27
3,2	1,917	9,0	3,828	19,6	6,788	48,0	13,85	108	27,72
3,3	1,954	9,1	3,858	19,8	6,840	48,5	13,97	110	28,18
3,4	1,991	9,2	3,888	20,0	6,893	49,0	14,09	112	28,63
3,5	2,029	9,3	3,918	20,5	7,025	49,5	14,20	114	29,09
3,6	2,065	9,4	3,948	21,0	7,156	50	14,32	116	29,54
3,7	2,102	9,5	3,978	21,5	7,287	51	14,56	118	29,89
3,8	2,138	9,6	4,008	22,0	7,417	52	14,80	120	30,44
3,9	2,174	9,7	4,037	22,5	7,547	53	15,04	122	30,90
4,0	2,210	9,8	4,067	23,0	7,677	54	15,27	124	31,35
4,1	2,246	9,9	4,097	23,5	7,806	55	15,51	126	31,80
4,2	2,281	10,0	4,126	24,0	7,935	56	15,74	128	32,25
4,3	2,317	10,2	4,185	24,5	8,064	57	15,98	130	32,70
4,4	2,352	10,4	4,244	25,0	8,192	58	16,22	132	33,15
4,5	2,386	10,6	4,302	25,5	8,320	59	16,45	134	33,60
4,6	2,421	10,8	4,361	26,0	8,447	60	16,69	136	34,06
4,7	2,456	11,0	4,419	26,5	8,575	61	16,92	138	34,51
4,8	2,490	11,2	4,477	27,0	8,701	62	17,15	140	34,96
4,9	2,524	11,4	4,534	27,5	8,828	63	17,39	142	35,41
5,0	2,558	11,6	4,592	28,0	8,955	64	17,62	144	35,86
5,1	2,592	11,8	4,649	28,5	9,081	65	17,85	146	36,31
5,2	2,626	12,0	4,707	29,0	9,207	66	18,09	148	36,76
5,3	2,660	12,2	4,764	29,5	9,332	67	18,32	150	37,21
5,4	2,693	12,4	4,820	30,0	9,457	68	18,55	152	37,66
5,5	2,726	12,6	4,877	30,5	9,583	69	18,79	154	38,11
5,6	2,760	12,8	4,934	31,0	9,707	70	19,02	156	38,56
5,7	2,793	13,0	4,990	31,5	9,832	71	19,25	158	39,01
5,8	2,826	13,2	5,047	32,0	9,957	72	19,48	160	39,46
5,9	2,858	13,4	5,103	32,5	10,08	73	19,71	162	39,91
6,0	2,891	13,6	5,159	33,0	10,20	74	19,94	164	40,35
6,1	2,924	13,8	5,215	33,5	10,33	75	20,18	166	40,80
6,2	2,956	14,0	5,270	34,0	10,45	76	20,41	168	41,25
6,3	2,989	14,2	5,326	34,5	10,58	77	20,64	170	41,70

<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α
6,4	3,021	14,4	5,382	35,0	10,70	78	20,87	172	42,15
6,5	3,053	14,6	5,437	35,5	10,82	79	21,10	174	42,60
6,6	3,085	14,8	5,492	36,0	10,94	80	21,33	176	43,05
6,7	3,117	15,0	5,547	36,5	11,07	81	21,56	178	43,50
6,8	3,149	15,2	5,602	37,0	11,19	82	21,69	180	43,95

Продовження додатка 1

<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α	<i>NP</i>	α
6,9	3,181	15,4	5,657	37,5	11,31	83	22,02	182	44,40
7,0	3,212	15,6	5,712	38,0	11,43	84	22,25	184	44,84
7,1	3,244	15,8	5,767	38,5	11,56	85	22,48	186	45,29
7,2	3,275	16,0	5,821	39,0	11,68	86	22,71	188	45,74
7,3	3,307	16,2	5,876	39,5	11,80	87	22,94	190	46,19
7,4	3,338	16,4	5,930	40,0	11,92	88	23,17	192	46,64
7,5	3,369	16,6	5,984	40,5	12,04	89	23,39	194	47,09
7,6	3,400	16,8	6,039	41,0	12,16	90	23,62	196	47,54
7,7	3,431	17,0	6,093	41,5	12,28	91	23,85	198	47,99
7,8	3,462	17,2	6,147	42,0	12,41	92	24,08	200	48,43
7,9	3,493	17,4	6,201	42,5	12,53	93	24,31	205	49,49
8,0	3,524	17,6	6,254	43,0	12,65	94	24,54	210	50,59
8,1	3,555	17,8	6,308	43,5	12,77	95	24,77	215	51,70
220	52,80	360	83,28	500	113,32	640	143,08	780	172,66
225	53,90	365	84,36	505	114,38	645	144,14	785	173,71
230	55,00	370	85,44	510	115,45	650	145,20	790	174,76
235	56,10	375	86,52	515	116,52	655	146,25	795	175,82
240	57,19	380	87,60	520	117,58	660	147,31	800	176,87
245	58,29	385	88,67	525	118,65	665	148,37	810	178,98
250	59,38	390	89,75	530	119,71	670	149,43	820	181,08
255	60,48	395	90,82	535	120,78	675	150,49	830	183,19
260	61,57	400	91,90	540	121,84	680	151,55	840	185,29
265	62,66	405	92,97	545	122,91	685	152,6	850	187,39
270	63,75	410	94,05	550	123,97	690	153,66	860	189,49
275	64,85	415	95,12	555	125,04	695	154,72	870	191,60
280	65,94	420	96,20	560	126,10	700	155,77	880	193,70
285	67,03	425	97,27	565	127,16	705	156,83	890	195,70
290	68,12	430	98,34	570	128,22	710	157,89	900	197,90
295	69,20	435	99,41	575	129,29	715	158,94	910	200,00
300	70,29	440	100,49	580	130,35	720	160,00	920	202,10
305	71,38	445	101,56	585	131,41	725	161,06	930	204,20
310	72,46	450	102,63	590	132,47	730	162,11	940	206,30
315	73,55	455	103,70	595	133,54	735	163,17	950	208,39
320	74,63	460	104,77	600	134,60	740	164,22	960	210,49
325	75,72	465	105,84	605	135,66	745	165,28	970	212,59
330	76,80	470	106,91	610	136,72	750	166,33	980	214,68
335	77,88	475	107,98	615	137,78	755	167,39	990	216,78
340	78,96	480	109,05	620	138,84	760	168,44	1000	218,87
345	80,04	485	110,11	625	139,90	765	169,50	1250	271,14
350	81,12	490	111,18	630	140,96	770	170,55	1600	343,90
355	82,20	495	112,25	635	142,02	775	171,60	2000	426,80

Додаток 2

Теплофізичні властивості повітря

t, °C	Теплоємність С, кДж/(кг·°К)	Щільність ρ , кг/м ³	Коефіцієнт динамічної в'язкості μ , Па·С	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/м·К
5	1,012	1,238	17,48	24,66
10	1,015	1,213	17,73	25,02
15	1,018	1,189	17,97	25,38
20	1,023	1,164	18,21	25,74
25	10,29	1,139	18,44	26,09
30	1,037	1,112	18,66	26,44
35	1,048	1,085	18,88	26,80
40	1,062	1,056	19,09	27,14
45	1,080	1,025	19,29	27,49
50	1,103	0,991	19,47	27,82
55	1,133	0,954	19,63	28,16
60	1,171	0,914	19,76	28,47
65	1,221	0,869	19,84	28,78
70	1,288	0,819	19,88	29,05
75	1,376	0,762	19,83	29,29
80	1,496	0,700	19,69	29,47
85	1,664	0,629	19,42	29,57
90	1,911	0,550	18,98	29,55
95	1,296	0,460	18,32	29,38

Додаток 3

Теплофізичні властивості води

t, °C	ρ , кг/м ³	С, кДж/(кг·К)	$\lambda \cdot 10^2$, Вт/м·К	$\mu \cdot 10^6$, Па·С
0	1000	4,23	55,1	1790
10	1000	4,19	57,5	1310
20	998	4,19	59,9	1000
30	996	4,18	61,8	804
40	992	4,18	63,4	657
50	988	4,18	64,8	549
60	983	4,18	65,9	470
70	978	4,19	66,8	406
80	972	4,19	67,5	355
90	965	4,19	68,0	315

Коефіцієнт використання встановленої потужності (K_6) електрообладнання

Найменування обладнання	K_6
Котли кухонні, сковороди	0,7
Електроплити	0,6
Устаткування для кип'ятіння, підігріву рідини	0,5
Електромарміти, кавомолки	0,8
Машини для очищення і нарізки овочів	0,8
Машини для подрібнення м'яса, нарізки гастрономічних продуктів, хліба і т.п.	0,7
Місильні машини	0,9
Автомат газованої води	0,4-0,45
Машини контрольно-касові	0,25-0,4
Машини посудомийні	0,8
Транспортер	0,2-0,25
Холодильне обладнання	0,6
Ліфт вантажний, пасажирський	0,7
Таль електрична	0,25
Пакувальні машини	0,3-0,4
Верстат для перемірювання і бракіража тканин	0,8
Мийна машина вітрин, промисловий пілосос	0,8
Катки сушильно-гладильні	0,8
Електромеханічний прес для сушіння одягу	0,9
Пральні машини	0,7
Машина швейна	0,2
Електрорушник	0,21
Вентиляція	0,6-0,8
Кондиціонер побутовий	0,7

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бакка М.Т., Дорошенко В.В. Міське комунальне господарство. Ч.1. Комунальні мережі: Навчальний посібник. – Житомир: РВВ Житомирського державного технологічного університету, 2004. – 125с.
2. Шилова Т.О. Міське комунальне господарство: Навчальний посібник. –К.: КНУБА, 2006. –272с.
3. СНиП 2.04.02-84 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.
4. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.
5. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982.
6. Кедров В.С. Водоснабжение и канализация: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1984.
7. Сомов М.А. Водопроводные системы и сооружения: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1988.
8. Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учебник для

вузов. – М.: Стройиздат, 1980.

9. Кожин И.В., Добровольский Р.Г. Устранение потерь воды при эксплуатации систем водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1988.

10. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів /Затв. Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96. № 173. – К., 1996. 270

11. Кучерявий В.П. Урбоекологія. – Львів: Світ. 1999. – 366 с.

12. Довідник проектувальника. Містобудування. / За заг. ред Т.Ф.Панченко. – К.: Укрархбудінформ, 2001. – 188 с.

13. Андрійчук В. Енергобезпека: енергозбереження і напрями диверсифікації енергопостачання (у контексті перспективи взаємодії України та Польщі) / В.Андрійчук // Економічний часопис ХХІ. –2007. -№7-8. –С.11-16.

14. Богословский В.Н. Тепловой режим здания / В.Н. Богословский. – М.: Стройиздат, 1979. – 248с.

15. Богуславский Л.Д. Снижение расходов энергии при работе систем отопления и вентиляции / Л.Д. Богуславский. – М.: Стройиздат, 1985. – 336 с.

16. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель.

17. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія.

18. Малявина Е. Г. Теплотери здания: [справочное пособие]/ Е.Г. Малявина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с

19. Ратушняк Г.С. Енергозбереження та експлуатація систем тепlopостачання: [навчальний посібник] / Г.С. Ратушняк, Г.С. Попова. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 120 с.

20. Демов О. Д., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві: Навчальний посібник / О.Д. Демов, О.О. Бірюков, Л.М. Мельничук – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 92 с.

21. ДБН В.2.5-28-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.

22. Освещение открытых пространств / Н.В.Волоцкой, М.С.Дудионов, Л.Д.Николаева и др.. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 232 с.

23. Экология города: Учебник. / Под общ. ред. Стольберга Ф.В. – К.: Либра, 2000. – 464 с.

24. Закон України про енергозбереження. Відомості Верховної Ради України від 1.07.1994. № 75/94.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	3
ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА ГОСПОДАРСЬКО-ПИТНІ ПОТРЕБИ НАСЕЛЕННЯ МІСТА ТА НОРМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ В ЖИТЛОВИХ БУДИНКАХ	15
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3. ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ І ОЦІНКА ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	27
Додаток 1	34
Додаток 2	37
Додаток 3	37
Додаток 4	38
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	38

КУЛКОВА Дар'я Володимирівна
РУДЧЕНКО Андрій Геннадійович

МІСЬКЕ КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ.

Для студентів спеціальностей
101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

Друкується в редакційній обробці авторів.

Підписано до друку 20.02.2019 р. Формат 30 x 42/4.
Папір офсет. Ризографія. Ум. друк. арк. 2,2
Обл.-вид. арк. 2,2. Тираж 30 прим. Зам. №

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.