

|                            |   |         |               |  |
|----------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                            | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 1                                   |

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
12 вересня 2024 р., протокол № 05

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для виконання курсового проєкту з навчальної дисципліни**

**«Інженерні мережі (водопостачання та водовідведення,  
теплогазопостачання та вентиляція)»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»  
факультет гірничої справи природокористування та будівництва  
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Рекомендовано на засіданні  
кафедри гірничих технологій та  
будівництва ім. проф. Бакка М.Т  
27 серпня 2024 р., протокол № 08

#### **Розробники:**

к.т.н. доцент кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка М.Т. ПРИПОТЕНЬ Юлія  
ст. викладач кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації  
ім. проф. Б.Б. Самотокіна ПОКЛЯЧЕНКО Олександр  
асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.  
НАУМОВ Ярослав

Житомир  
2024

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 2                                   |

УДК 697.

Методичні рекомендації для виконання курсового проєкту з навчальної дисципліни «Інженерні мережі (водопостачання та водовідведення, теплогазопостачання та вентиляція)» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво».

Укладачі – к.т.н. доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. ПРИПОТЕНЬ Юлія, ст. викладач кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна ПОКЛЯЧЕНКО Олександр, асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. НАУМОВ Ярослав – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 37 с.

Рецензенти:

ОСТАФІЙЧУК Неля - ст. викладач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

ШЛАПАК Володимир - к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедрою гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. – к.т.н. БАШИНСЬКИЙ Сергій

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання і містять детальні рекомендації для виконання курсового проєкту з навчальної дисципліни «Інженерні мережі (водопостачання та водовідведення, теплогазопостачання та вентиляція)».

|                            |   |         |               |  |
|----------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                            | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 3                                   |

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 4  |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ .....   | 6  |
| Рекомендації для розробки графічної частини проєкту .....  | 6  |
| Рекомендації до тексту пояснювальної записки .....   | 6  |
| Рекомендації для оформлення формул .....   | 7  |
| Рекомендації для оформлення таблиць.....   | 7  |
| Рекомендації для оформлення ілюстрацій.....  | 7  |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ .....  | 8  |
| Розрахунок трансмісійних тепловтрат будівлі:.....  | 8  |
| Аналіз річних тепловтрат будівлі .....   | 10 |
| Розрахунок тепловтрат будинку впродовж року .....  | 12 |
| Обрахунок енерговитрат та вибір енергоносія.....   | 14 |
| Проектування системи теплої підлоги .....  | 15 |
| Оцінка ефективності радіаторів.....  | 16 |
| Порівняння вартості опалення .....   | 18 |
| Розрахунок компонентів системи опалення .....  | 25 |
| Розрахунок і підбір насосного обладнання для забезпечення водопостачання приватного будинку зі свердловини ..... | 27 |
| Проектування санвузла з розміщенням сантехнічного обладнання та каналізаційних труб .....                        | 30 |
| РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....  | 36 |

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 4                                   |

## ВСТУП

Курсовий проєкт з навчальної дисципліни «Інженерні мережі (водопостачання та водовідведення, теплогазопостачання та вентиляція)» є важливим етапом підготовки фахівців у сфері будівництва та проєктування. Вона спрямована на формування теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для створення ефективних систем водопостачання, водовідведення, теплогазопостачання та вентиляції.

Основна мета курсової роботи полягає у поглибленні знань про принципи проєктування інженерних систем, виконанні відповідних розрахунків, обґрунтуванні технічних рішень і підборі обладнання, яке забезпечує раціональну роботу системи. Виконання курсового проєкту дозволяє здобувачам вищої освіти навчитися застосовувати набуті теоретичні знання на практиці, враховувати чинні будівельні норми та стандарти, а також розвивати аналітичне мислення й творчий підхід до вирішення технічних завдань.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю розробки сучасних інженерних рішень, які відповідають вимогам енергоефективності, екологічності та комфортного проживання. Правильно спроектовані інженерні мережі є важливою складовою будь-якої будівлі, що забезпечує її функціональність і відповідність сучасним стандартам.

Ця курсова робота включає аналіз технічних параметрів системи, розробку проєктної документації, виконання необхідних розрахунків та обґрунтування вибору обладнання. У процесі роботи особлива увага приділяється оптимізації проєктних рішень з урахуванням економічної доцільності, зручності експлуатації та довговічності системи.

### **Процедура захисту курсового проєкту**

Виконаний курсовий проєкт подають на кафедру у термін, передбачений графіком освітнього процесу, але не пізніше 10 днів до визначеної дати захисту. Спочатку виконаний курсовий проєкт реєструється на кафедрі та передається викладачу – керівнику на перевірку.

Викладач ретельно перевіряє проєкт, пише відгук. Керівник у своєму відгуку щодо оцінювання курсового проєкту пропонує допустити його до захисту або не допускати. Якщо проєкт не відповідає вимогам, викладач повертає роботу з позначкою «на доопрацювання» без письмового відгуку. У такому разі викладач не допускає здобувача до захисту та встановлює строки усунення недоліків. Тільки після доопрацювання, з урахуванням зауважень, викладач пише відгук і допускає роботу до захисту.

Захист курсового проєкту проводиться на відкритому засіданні комісії кафедри щодо захисту курсових проєктів/робіт. Для розкриття змісту курсового проєкту здобувачу

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 5                                   |

надається не більше 10-ти хвилин. При захисті курсового проєкту здобувач має продемонструвати глибокі знання з досліджуваної теми, вміти чітко викладати власні думки, використовувати ілюстративний матеріал, аргументовано відповідати на питання. Під час захисту дозволяється використовувати різні діаграми, плани, карти, схеми, таблиці. У процесі захисту члени комісії, керівник курсової роботи можуть ставити питання по темі роботи.

Після виступу здобувача слово надається його керівнику, який висловлює свою позицію. Після обміну думками здобувачу надається заключне слово для захисту своєї позиції щодо поставлених в процесі обговорення курсового проєкту питань. Він може погодитись або не погодитись з висловленими оцінками, може уточнити свою позицію або залишитись при своїй думці. Проте в будь-якому випадку здобувач повинен об'єктивно оцінювати хід обговорення, висловлені зауваження, вміти визнати їх справедливість.

| Критерій   | Максимальна кількість балів |
|--|-----------------------------|
| Правильність виконаних розрахунків   | 25                          |
| Оформлення пояснювальної записки   | 5                           |
| Відповідність графічної інформації на кресленні прийнятим у проєкті рішенням | 30                          |
| Захист проєкту   | 40                          |
| <b>ВСЬОГО</b>  | <b>100</b>                  |

|                            |   |         |               |  |
|----------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                            | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 6                                   |

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

### Рекомендації для розробки графічної частини проєкту

У графічній частині проєкту мають бути представлені наступні матеріали:

1. План на відмітці з вказівкою розмірів основних конструктивних елементів будинку
2. Масштаби приміщень та їх технічні характеристики
3. Схема теплої підлоги(обв'язка колектора теплої підлоги, конструкція підлогового опалення)
4. План розміщення радіаторів із вказанням їх розмірів та секцій
5. Схему санвузла з розміщенням сантехнічного обладнання та каналізаційних труб

### Рекомендації до тексту пояснювальної записки

1. Пояснювальна записка виконується відповідно до ГОСТ 2.105-95.
2. Пояснювальна записка виконується на аркушах письмового паперу стандартного формату А4 (210x297). Записку рекомендується друкувати. Мінімальна висота букв і цифр має бути не менше 2,5 мм.
3. Усі аркуші записки повинні мати поля: ліве — 30 мм, праве — 10 мм, верхнє — 15 мм, нижнє — 20 мм.
4. Текст записки викладається чітко, без зайвих подробиць і повторів. Усі пояснення повинні бути короткими та зрозумілими. У записці необхідно навести розрахунки з чітким обґрунтуванням прийнятих рішень.
5. Текст записки слід розподілити на розділи та підрозділи. Також можливий поділ тексту на пункти та підпункти.
6. Заголовки таких розділів, як «Зміст», «Список використаних джерел», пишуться великими літерами по центру рядка.
7. Заголовки розділів, пишуться великими літерами з абзацу.
8. Кожен розділ починається з нової сторінки.
9. Першою сторінкою пояснювальної записки є титульний лист, який включається в загальну нумерацію сторінок. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляється. На наступних аркушах номер сторінки ставиться в правому верхньому куті.
10. Розділи, нумеруються в межах усієї записки.
11. Підрозділи нумеруються в межах розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу та підрозділу, розділених крапкою.

|                         |   |         |  |
|-------------------------|---|---------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1<br>Арк 37 / 7                  |

### Рекомендації для оформлення формул

Формули записуються по центру рядка. Пояснення символів та числових коефіцієнтів, що входять у формулу, наводяться безпосередньо під формулою. Пояснення кожного символу та числового коефіцієнта повинні подаватися з нової строки в тій послідовності, в якій вони йдуть у формулі. Формули в пояснювальній записці нумеруються арабськими цифрами відповідно до одного з варіантів:

- послідовно в межах розділу, при цьому номер формули складається з номера розділу та порядкового номера формули в розділі, розділених крапкою (наприклад, 3.1);
- послідовно в межах усієї записки (наприклад, 21).

Номери формул пишуть у правому полі аркуша на рівні останнього рядка формули в круглих дужках.

### Рекомендації для оформлення таблиць

Назва таблиці повинна бути точною і короткою, відображати основний зміст таблиці. Назва розміщується над таблицею.

Таблиці нумеруються арабськими цифрами відповідно до одного з варіантів:

- послідовно в межах усієї пояснювальної записки (наприклад, таблиця 12);
- послідовно в межах розділу, при цьому номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, розділених крапкою (наприклад, таблиця 1.7).

Слово «Таблиця» з вказівкою номера ставиться в верхньому лівому куті безпосередньо над назвою таблиці.

### Рекомендації для оформлення ілюстрацій

Схеми, рисунки розміщують по тексту записки або в її кінці. Схеми, рисунки повинні бути розташовані так, щоб їх було зручно розглядати без повороту пояснювальної записки або з поворотом за годинниковою стрілкою. Нумерація схем і рисунків здійснюється арабськими цифрами відповідно до одного з варіантів:

- послідовно в межах розділу. При цьому номер схеми або рисунка складається з номера розділу та номера ілюстрації в розділі, розділених крапкою (наприклад, рисунок 2.3);
- послідовно по всій пояснювальній записці (наприклад, рисунок 4).

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 8                                   |

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

### Розрахунок трансмісійних тепловтрат будівлі:

На основі даних необхідно розрахувати тепловтрати через огорожуючі конструкції тих приміщень, які ви використовуєте у власній курсовій роботі.

Розраховані тепловтрати необхідно нанести на план приміщень, щоб було видно, яка кімната скільки потребує теплової енергії на обігрів.

Кінцева ціль розрахувати пікові тепловтрати для кожної кімнати у віртуальних будиночках.

Трансмісійні тепловтрати приміщення через огорожуючі конструкції складаються з тепловтрат через окремі конструкції:

$$Q_T = Q_{T.ст} + Q_{T.вік.} + Q_{T.дах} + Q_{T.підл.}$$

де  $Q_{T.ст}$ ,  $Q_{T.вік.}$ ,  $Q_{T.дах}$ ,  $Q_{T.підл.}$  – відповідно трансмісійні витрати через стіни, вікна, дах та підлогу.

Для кожного елемента огорожуючих конструкцій трансмісійні витрати знаходимо за формулою:

$$Q_{T.i} = U_i \cdot A_i \cdot (t_{вн} - t_3) \cdot \epsilon_k$$

де  $U_i$  – коефіцієнт теплопередачі через конструкцію, Вт/м<sup>2</sup>·°C

$A_i$  – площа огорожуючої конструкції, м<sup>2</sup>

$t_{вн}$  – температура внутрішнього повітря, °C

$t_3$  – температура зовнішнього повітря, °C

$\epsilon_k$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати.

Коефіцієнт теплопередачі через конструкцію дорівнює

$$U_i = 1/R_i$$

де  $R_i$  – опір теплопередачі огорожуючої конструкції м<sup>2</sup>·K/Вт. Він знаходиться окремо для кожної огорожуючої конструкції за формулою

$$R_i = \alpha_v + \sum \delta/\lambda + \alpha_3$$

де  $\alpha_v$  – опір теплопередачі від внутрішнього повітря до огороження, для більшості приміщень  $\alpha_v = 1/8,7$  м<sup>2</sup>·K/Вт;

$\alpha_3$  – опір теплопередачі від огороження до зовнішнього повітря, для більшості випадків  $\alpha_3 = 1/23$  м<sup>2</sup>·K/Вт – при омиванні огороження вільним повітрям,  $\alpha_3 = 1/12$  м<sup>2</sup>·°C/Вт – якщо огороження виходить в неопалюване приміщення, наприклад на горище;

$\delta$  – товщина однорідного шару неоднорідної теплової конструкції, м

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності шару, Вт/м·K.



|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 9                                   |

Коефіцієнти теплопровідності більшості матеріалів, що використовуються в будівництві, можна знайти в ДСТУ Б В.2.6-189:2013, деякі з них винесено в додаток 1 даного посібника.

При використанні при будівництві готових виробів завод-виробник має надавати сертифікат виробу з вказанням його теплового опору. Це відноситься до вікон та дверей, а також сендвіч-панелей.

Також необхідно врахувати, що реальна стіна має теплові включення, що погіршують її захисні властивості. Розрахунок стіни з урахуванням теплових включень приведений в ДСТУ Б В.2.6-189:2013. При спрощених розрахунках можна використовувати коефіцієнт, що враховує наявність теплових включень. Тоді:

$$U_i = 1/R_i + \Delta U_{tb}$$

Таблиця. 1.1

Значення додаткової складової до коефіцієнта теплопередачі, які враховують вплив теплопровідних включень.

| Середнє значення коефіцієнта теплопередачі непрозорої частин конструкцій, Вт/(м <sup>2</sup> · К) | $\Delta U_{tb}$ |
|---|-----------------|
| $1/R_i \geq 0,8$  | 0,0             |
| $0,4 \leq 1/R_i < 0,8$  | 0,075           |
| $1/R_i < 0,4$   | 0,015           |

Тепловий опір огорожувальних конструкцій нормується. Він має бути не менший вказаних в ДБН В.2.6-31:2021 (табл. 1.2).

Таблиця. 1.2

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель  $R_{qmin}$

| № п/п | Вид огорожувальної конструкції   | Значення $R_{qmin}$ , м <sup>2</sup> · К/Вт, для температурної зони |    |
|-------|--|---|----|
|       |  | I   | II |
| 1     | Зовнішні стінові огорожувальні конструкції   | 4,00  | 1  |
| 2     | Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям  | 7,00  | 2  |
| 3     | Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ | 6,00  | 3  |
| 4     | Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами                   | 5,00  | 4  |
| 5     | Світлопрозорі огорожувальні конструкції  | 0,90  | 5  |
| 6     | Зенітні ліхтарі  | 0,80  | 6  |
| 7     | Зовнішні двері   | 0,70  | 7  |

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 10                                  |

При реконструкції, капітальному ремонті визначених проектною документацією частин будівлі, у тому числі з метою термомодернізації, для непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та зовнішніх дверей в місцях загального користування багатоквартирних житлових і громадських будівель допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75 % від  $R_{qmin}$  при обов'язковому виконанні температурних обмежень для цих елементів теплоізоляційної оболонки.

Отже, тепловий опір, знайдений за формулами 4-6, має бути порівняний з табличним й, при необхідності, конструкція стіни має бути змінена.

### Аналіз річних тепловтрат будівлі

Сумарні тепловтрати будинку складаються із суми тепловтрат стін, вікон, стелі, підлоги та інфільтрації. Обрахування відбувається з урахуванням плану будинку, який студент має створити.

При відомих розмірів стін, визначається площа та об'єм приміщення. Дані вносяться до таблиці.

Таблиця 2.1

#### Розміри будівлі

|               | Спальня 1 | Спальня 2 | Парна | Сан вузол | Кухня-студія | Сума |
|---------------|-----------|-----------|-------|-----------|--------------|------|
| Довжина (м)   |           |           |       |           |              |      |
| Ширина (м)    |           |           |       |           |              |      |
| Висота (м)    |           |           |       |           |              |      |
| Площа (м кв)  |           |           |       |           |              |      |
| Об'єм (м куб) |           |           |       |           |              |      |

Матеріали та їх характеристики, які варто взяти до уваги під час розрахунку тепловитрат мають бути наведені в табличці нижче.

Таблиця 2.2

#### Матеріали та їх характеристики будівлі

|   | Стіни:  |  |
|---|---------|--|
| Матеріали:                              |         |  |
| Теплопровідність ( $\lambda$ ) (Вт/м°C) |         |  |
| Товщина (d) (м)                         |         |  |
|   | Підлога |  |
| Матеріали:                              |         |  |
| Теплопровідність ( $\lambda$ ) (Вт/м°C) |         |  |
| Товщина (d) (м)                         |         |  |
|   | Стеля   |  |
| Матеріали:                              |         |  |

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 11                                  |

|   |  |
|---|--|
| Теплопровідність ( $\lambda$ ) (Вт/м°C) |  |
| Товщина ( $d$ ) (м)                     |  |

Температури для розрахунків беруться за найхолодніший період в регіоні і також проводяться окремі розрахунки для зовнішніх стін.

Таблиця 2.3

#### Температури для розрахунків

|              |  |
|--------------|--|
| Температура  |  |
| Стіни, стеля |  |
| Зовні        |  |
| Всередині    |  |
| $\Delta t$   |  |
| Підлога      |  |
| Зовні        |  |
| Всередині    |  |
| $\Delta t$   |  |

Таблиця 2.4

#### Зовнішні стіни

|                        |  |
|------------------------|--|
| Зовнішні стіни         |  |
| Довжина (м)            |  |
| Ширина (м)             |  |
| Площа довжини (м кв)   |  |
| Площа ширини (м кв)    |  |
| Площа всіх стін (м кв) |  |

Формула для розрахунку тепловтрат стін буде такою:

$$Q = \frac{\Delta t * S}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

де  $\Delta t$  – різниця температур зовні та всередині будинку;

$S$  – площа всіх стін;

$d$  – товщина матеріалу стіни;

$\lambda$  – теплопровідність матеріалу;

$\alpha$  – коефіцієнти тепловіддачі (із внутрішнього боку та зовнішнього).

Розраховуємо тепловтрати стін, враховуючи, що брусу 2 шари в стіні, зовні та всередині.

Проводимо подальші розрахунки за тією ж формулою. Формула для обрахунку тепловитрат стелі така ж сама, але замість площі стін береться площа будинку і, зрозуміло, матеріал з якого зроблена стеля та його товщина.

Формула для обрахунку тепловитрат підлоги така ж сама, але різниця температур

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 12                                  |

береться інша, різниця між температурою в середині будинку та ґрунту, також, змінюється матеріал та його товщина.

Для обрахунку вентиляції використовується набагато простіша формула, в якій об'єм будівлі множиться на 9, таким чином отримуємо усереднене значення втрати теплоти через вентиляцію.

$$Q = V * 9$$

Формула для обрахунку тепловитрат вікон та дверей береться як і для підлоги, стелі та стін, де окремо вимірюється площа вікон та замість матеріалів скла, беруться значення теплопровідності вказані виробником та товщина віконної рамки, значення вносяться в таблиці.

Таблиця 2.5

#### Дані по вікнах будинку

| Вікна та двері       |  |
|----------------------|--|
| Площа (м кв)         |  |
| Теплопровідність (λ) |  |
| Товщина (м)          |  |

Після отримання результатів тепловитрат через вікна, дані вносяться в фінальну таблицю з тепловитратами і підсумовується за для загальних тепловитрат будинку.

Таблиця 2.6

#### Фінальна таблиця з тепловитратами

| Тепловтрати (Вт) |  |
|------------------|--|
| Стіни            |  |
| Стеля            |  |
| Підлога          |  |
| Двері            |  |
| Вентиляція       |  |
| Вікна            |  |
| Сума             |  |

#### Розрахунок тепловитрат будинку впродовж року

Беремо дані з попередніх обрахунків, завданням на цю роботу є обрахунок тепловитрат впродовж року із середніми показниками температури на кожен місяць, окрім літнього періоду, коли будинок вже треба охолоджувати. Маємо середні показники температури по регіону

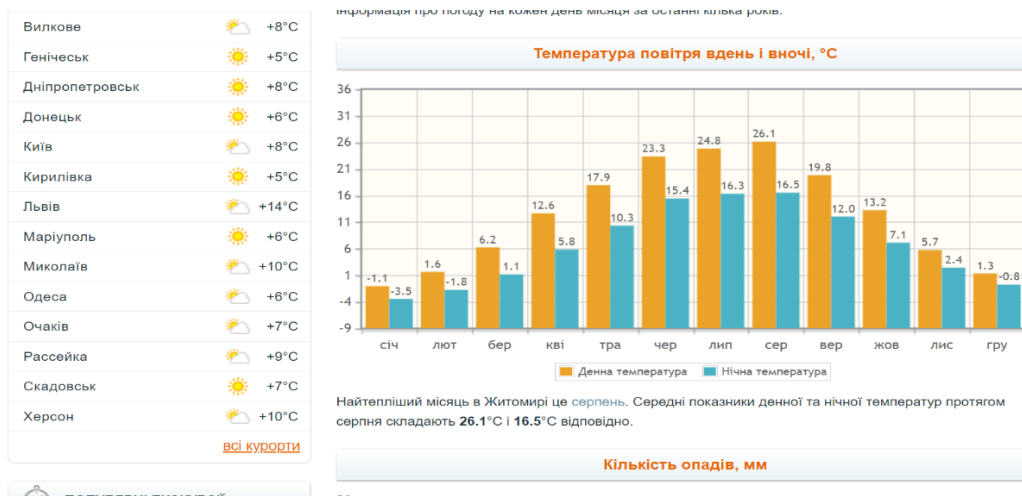


Рис. 2.2 Середні показники температури по регіону

Складається загальна таблиця із даними середньої температури за день та ніч на кожен місяць, пропускаючи літні місяці, додаємо кількість днів в кожному місяці, також вираховуємо нову різницю температур  $\Delta t$ .

Таблиця 2.7

Дані по місяцях

| Місяці         |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
|                | січ | лют | бер | кві | тра | чер | лип | серп | вер | жов | лис | гру |
| сер. Темп      |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
| $\Delta t$     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |
| Кількість днів |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |

За тім вираховуються тепловтрати для кожної категорії згідно тих самих формул, що є в попередніх розрахунках, враховуючи нову різницю температур, після чого сумуємо отримані результати.

Далі, враховуючи кількість днів в місяці та кількість годин в одному дні, вираховуємо тепловитрати в квт.год впродовж місяця за формулою.

$$Q = \frac{(N * 24) * Q_{\text{за один день}}}{1000}$$

Підсумовуючи помісячні витрати отримаємо загальні витрати за рік. Формуємо графіки аналізу тепловитрат на кожен місяць, середньодобові та щомісячні.

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 14                                  |

### Обрахунок енерговитрат та вибір енергоносія

Обрахунок енерговитрат та вибір енергоносія є важливими етапами для забезпечення енергоефективності будівлі та оптимізації витрат на опалення. Енерговитрати визначаються на основі річних тепловтрат будівлі, які залежать від її площі, рівня теплоізоляції, кліматичних умов регіону та тривалості опалювального сезону. Для розрахунку використовуються дані про пікові тепловтрати, середню різницю температур та тривалість опалення.

Беремо дані з дані з попередніх обрахунків, завданням є обрахунок енерговитрат та вартості енергоносіїв впродовж року за наявних річних тепловтрат для побутового та комерційного використання приміщення.

Таблиця 3.1

#### Тарифи на енергоносії

| Тарифи на енергоносії |            |      |             |
|-----------------------|------------|------|-------------|
| Ел.енергія            | Звич. тар. | 4.35 | грн/квт.год |
|                       | Ніч. тар   | 2.15 | грн/квт.год |
| Природний газ         |            | 8    | грн/куб.м   |
| Дрова                 |            | 2    | грн/кг      |
| Пелети                |            | 7    | грн/кг      |
| Центр. опалення       |            | 1.63 | грн/квт.год |
| Комерційні тарифи     |            |      |             |
| Ел енергія            |            | 4.47 | грн/квт.год |
| Природний газ         |            | 16.2 | грн/куб.м   |
| Дрова                 |            | 2    | грн/кг      |
| Пелети                |            | 7    | грн/кг      |
| Центр. опалення       |            | 1.63 | грн/квт.год |

Також маємо декілька різних типів теплогенераторів із різними енергоносіями та їхніми характеристиками теплотворної здатності. Визначаємо на цій таблиці вартість 1 квт.год теплової енергії, кількість необхідних енергоносіїв та вартість опалення річних енерговитрат для побутового споживача. Для цього, за рахунок пропорції визначаємо вартість 1 кВт\*год теплової енергії, яка потім множиться на річну кількість тепловтрат.

Вартість 1 квт.год теплової енергії розраховується за формулою:

$$\text{Вартість тепл. ен.} = \frac{\text{теплотворна здат}}{\text{вартість 1 квт. год енергоносія}}$$

Кількість необхідних енергоносіїв обраховуємо за формулою:

$$\text{кільк. необх. енергон.} = \frac{\text{річні тепловтрати}}{\text{теплотворну здатність}}$$

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 15                                  |

Вартість опалення річних енерговитрат обраховуємо за формулою:

Вар. опал. річ. енерговит. = Річні тепловтрати \* Вартість 1 квт. год тепл. ен.

За таким же принципом обраховуємо вартість для інших теплогенераторів.

Наступним чином створюємо гістограму вартості опалення річних енерговитрат для різних типів теплогенераторів і робимо те ж саме але для комерційного споживача, з комерційними тарифами та гістограмою вартості опалення річних енерговитрат для різних типів теплогенераторів.

### Проектування системи теплої підлоги

Загалом, електрична тепла підлога може бути ефективним варіантом обігріву для деяких приміщень, але вимагає ретельного розрахунку витрат та врахування можливих недоліків перед встановленням. Щоб розрахувати теплове навантаження  $Q_{\text{треб}}$  для системи теплої підлоги, потрібно знати площу приміщення, теплові втрати будівлі, а також температурні вимоги до комфорту. Формула для визначення необхідної теплової потужності виглядає так:

$$Q_{\text{треб}} = q_{\text{уд}} \cdot S$$

де:  $Q_{\text{треб}}$  — необхідна теплова потужність (Вт),

$q_{\text{уд}}$  — питоме теплове навантаження (Вт/м<sup>2</sup>), залежить від ступеня теплоізоляції та кліматичної зони,

$S$  — площа приміщення (м<sup>2</sup>).

#### Вибір значення $q_{\text{уд}}$ :

Для добре утеплених приміщень з вікнами з енергоощадного скла  $q_{\text{уд}}$  складає приблизно 50–70 Вт/м<sup>2</sup>.

- Для середньоутеплених приміщень — 80–100 Вт/м<sup>2</sup>.
- Для приміщень з низьким рівнем теплоізоляції — 100–150 Вт/м<sup>2</sup>.

Далі, знаючи  $Q_{\text{треб}}$ , можна розрахувати кількість контурів і довжину труб для кожного контуру.

Кількість контурів розраховуємо за допомогою додавання загальної кількості труби для кімнати і додаванням довжини магістральних труб від комори до середини кімнати (магістральні труби – це дві труби, які ідуть від колектора до середини приміщення і рахуються у подвоєному значенні)

Якщо число більше за 80, то це 2 контури, якщо менше то 1 контур.

#### Приклад:

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 16                                  |

### Спальня 1

$$Q_{\text{треб}} = 727 \text{ Вт}$$

$$S^2 = 11,88 \text{ м}^2$$

$$L_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{треб}}}{12 \text{ Вт/м}} = \frac{727}{12} = 60,5\% + 5\% = 63,5 \text{ м} - \text{загальна довжина труби}$$

$$\frac{L_{\text{тр}}}{S} = \frac{63,5}{11,88} = 5; \frac{1}{5} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см} - \text{крок укладки}$$

$$L_{\text{тр}} + L_{\text{м.т1}} + L_{\text{м.т2}} = 63,5 + 12 + 12 = 87,5 \text{ м} - 1 \text{ контур (відхилення } \pm 10)$$

### Оцінка ефективності радіаторів

Температурний напір в системі опалення виникає внаслідок різниці температур між теплоносієм у теплових мережах та середовищем, яке вони опалюють. Цей напір може впливати на розподіл тепла в системі, швидкість руху теплоносія та інші параметри опалення.

Управління температурним напором в системі опалення важливе для забезпечення ефективного та комфортного опалення приміщення.



Рис. 5.1 Методика розрахунку температурного напору

### Приклад завдання:

THERMO ALLIANCE ( $\Delta T = 50^\circ \text{C}$ ) (75 / 65 / 20°C) (Watt)

Підвіконня 70 см

$$70 - 20 = 50 \text{ см}$$

$$H = 500 \text{ мм}$$



|                         |   |         |  |
|-------------------------|---|---------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1                                |

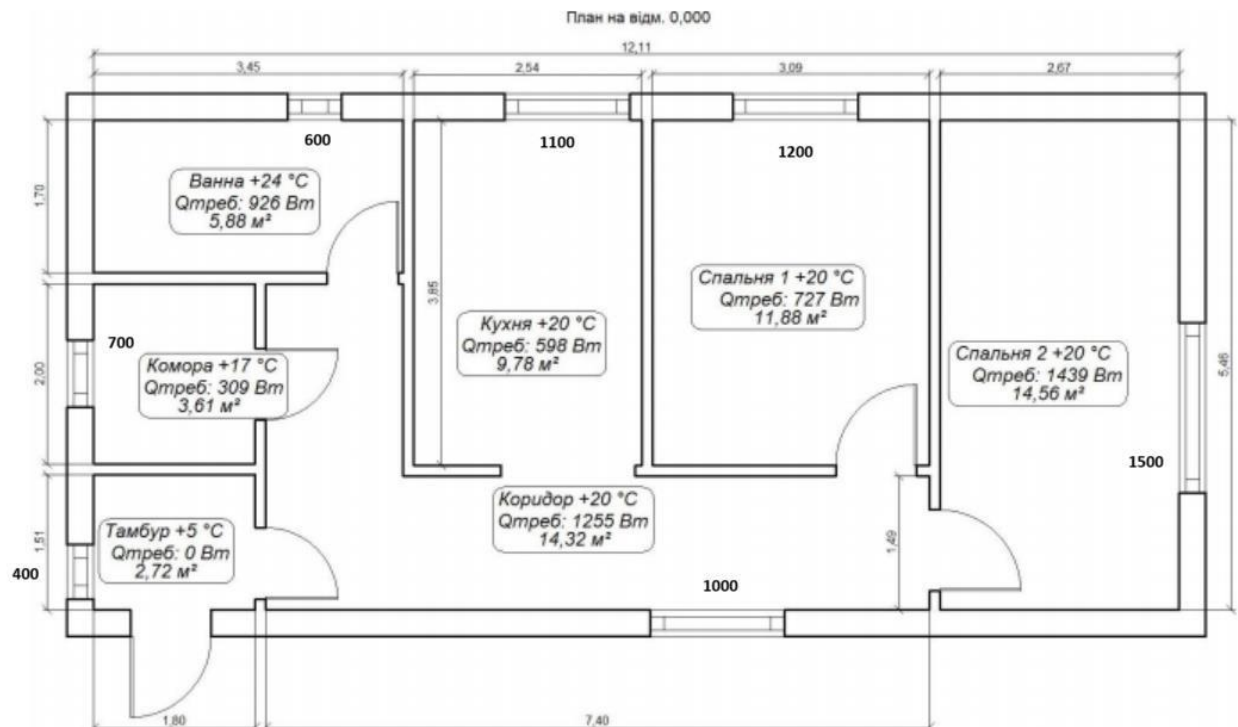


Рис. 5.2 План будівлі

### Розрахунки

#### Спальня 2

H = 500 мм

L = 1500 мм – 100 мм = 1400 мм

P = 1439 Вт

P = 1537 Вт

Туре 21 (РКР) 1х

#### Спальня 1

H = 500 мм

L = 1200 мм – 100 мм = 1100 мм

P = 727 Вт

P = 844 Вт.

Туре . 11 (РК) 1х

#### Коридор

H = 500 мм

L = 1000 мм – 100 мм = 900 мм

P = 1255 Вт

P = 1293 Вт.

Туре . 22 (РККР) 1х

#### Кухня

H = 500 мм

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 18                                  |

$$L = 1100 \text{ мм} - 100 \text{ мм} = 1000 \text{ мм}$$

$$P = 598 \text{ Вт}$$

$$P = 767 \text{ Вт.} \quad \text{Type . 11 (PK) 1x}$$

#### Ванна

$$H = 500 \text{ мм}$$

$$L = 600 \text{ мм} - 100 \text{ мм} = 500 \text{ мм}$$

$$P = 926 \text{ Вт}$$

$$P = 989 \text{ Вт.} \quad \text{Type . 33 (PKPKP) 1x}$$

#### Комора

$$H = 500 \text{ мм}$$

$$L = 700 \text{ мм} - 100 \text{ мм} = 600 \text{ мм}$$

$$P = 309 \text{ Вт}$$

$$P = 303 \text{ Вт. Type . 10 (P) 1x}$$

#### Тамбур не опалюєця

$$H = 500 \text{ мм}$$

$$L = 400 \text{ мм} - 100 \text{ мм} = 300 \text{ мм}$$

$$P = 0 \text{ Вт}$$

$$P = 0 \text{ Вт}$$

### **Порівняння вартості опалення**

Порівняння вартості включає врахування початкових інвестицій у встановлення системи, річних витрат на паливо, витрат на обслуговування і можливу амортизацію обладнання. Такий аналіз дозволяє визначити оптимальну систему опалення для конкретного приміщення, з урахуванням його площі, рівня теплоізоляції та бюджету власника.

*Методика розрахунку вартості обігріву різними видами енергоносіїв та типами котлів*

*Загальний тепловий потік будівлі:*

$$Q_{\text{заг}} = Q + Q_i$$

де:  $Q$  - втрати теплоти через огорожувальні конструкції; ,

$Q_i$  - втрати теплоти на нагрів інфільтруючого повітря,

*Втрати теплоти через огорожуючі конструкції:*

$$Q = k \cdot F(t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}})$$

де:  $k$  - коефіцієнт теплопередачі конструкції

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 19                                  |

$F$  - площа огорожувальної конструкції, м<sup>2</sup> ;

$t_{вн}$  - температура повітря всередині приміщення;

$t_{зовн}$  - температура зовнішнього повітря, °С;

*Втрати теплової енергії на нагрів повітря:*

$$Q_i = 0,28 \cdot Ln \cdot \rho \cdot C \cdot (t_p - t_i) \cdot k$$

$Ln$  - витрата повітря, що видаляється, м<sup>3</sup> /ч, - питома нормативна витрата 3 м<sup>3</sup> /ч на 1 м<sup>2</sup> житлових приміщень

$\rho$  - щільність повітря в приміщенні кг/м<sup>3</sup>;

$C$  - питома теплоємність повітря, що дорівнює 1 кДж/(кг·°С);

$t_p, t_i$  – температури повітря відповідно приміщення і зовнішнього середовища;

$k$  - коефіцієнт обліку впливу зустрічного теплового потоку

$$Q_i = 9 \cdot V_{заг}$$

*Розрахунок річних витрат теплової енергії:*

Для точного розрахунку кількості теплової енергії, нам потрібно тепловтрати будинку для **різних температур** повітря на вулиці помножити на тривалість годин у році, коли ці температури діють на будівлю.

Наближено енергетичні витрати на опалення ми можемо розрахувати на основі пікових тепловтрат:

$$Q_{річ} = (P_{пик} / 2) \cdot 210 \text{ днів} \cdot 24 \text{ год}$$

Розрахунок витрати енергоносіїв за сезон  $N_{е.н.}$ :

$$N_{е.н.} = Q_{річ} / K_{е.н}$$

$Q_{річ}$  - річні потреби у тепловій енергії, квт.год

$K_{е.н.}$  - фактична теплотворна здатність палива, квт.год/од.виміру

Після закінчення обрахунків необхідно на аркуші побудувати схему обв'язки, яка підходить для побудованого типу будинку. А також побудувати таблицю із вказаними даними по річній вартості палива + сервісні витрати.

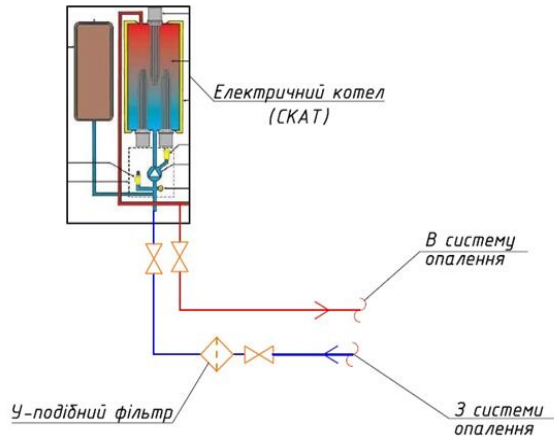
Таблиця 6.1

### Електрична енергія як паливо:

| Переваги:                              | Недоліки:                        |
|--|----------------------------------|
| легка доступність                      | коливання величини напруги       |
| незначні втрати при транспортуванні    | можливі періодичні знеструмлення |
| немає необхідності в закупівлі наперед | юридична незахищеність           |
| безпечна при використанні              | неможливість впливати на ціни    |

|                         |   |         |  |
|-------------------------|---|---------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1                                |

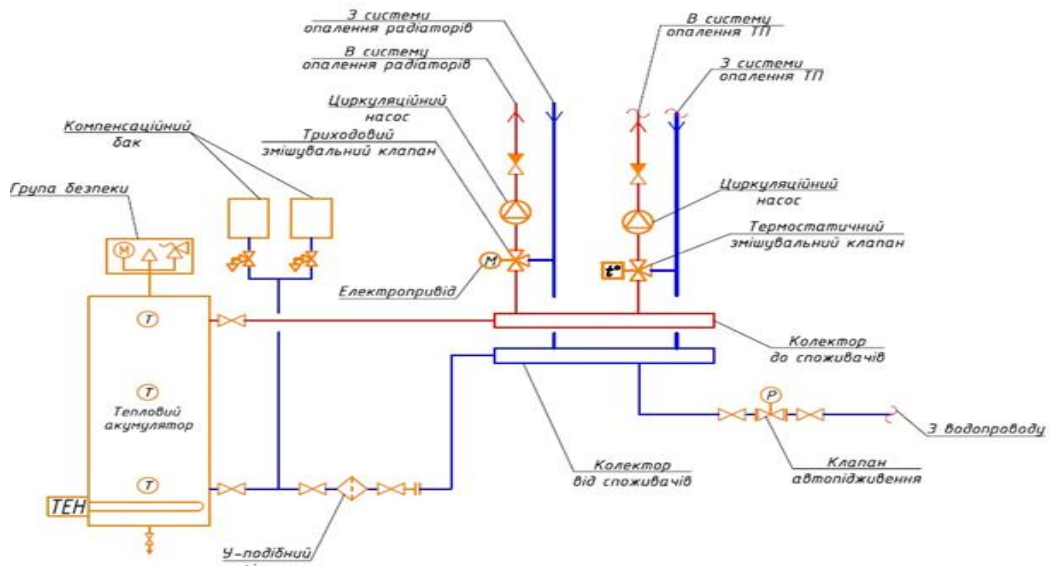
### Використання електричного котла:



Таблиця 6.2

| Переваги:                        | Недоліки:  |
|----------------------------------|--|
| невелика вартість                | не повністю розкриває потенціал економії за нічним тарифом |
| проста схема використання        |  |
| високий рівень автоматизації     |  |
| висока ефективність              |  |
| 1 квт.год = 0,95 - 0,99 квт.год. |  |

### Використання Теплового акумулятора + ТЕНа:

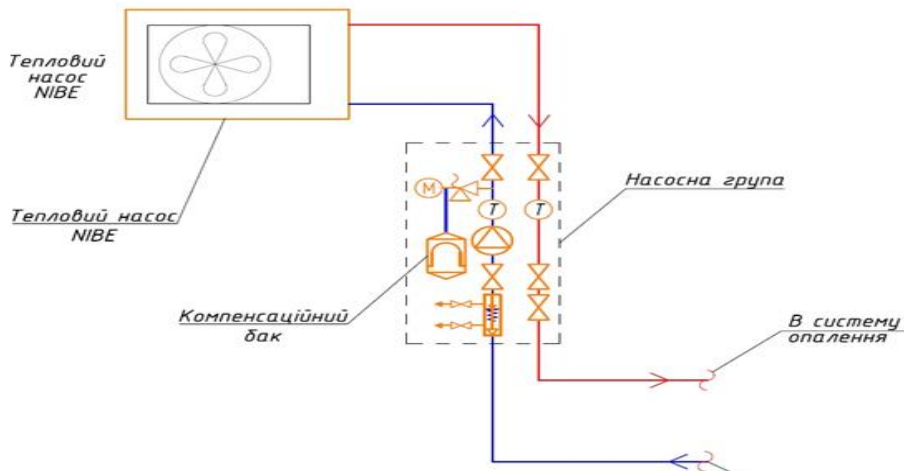


Таблиця 6.3

| Переваги:                        | Недоліки:                            |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| високий рівень автоматизації     | складна схема використання           |
| середня ефективність             | присутні неконтрольовані тепловтрати |
| нічний тариф                     | займає багато місця                  |
| 1 квт.год = 0,45 - 0,95 квт.год. |                                      |

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 21                                  |

### Використання повітряного теплового насоса:



Таблиця 6.4

| Переваги:                    | Недоліки:                     |
|------------------------------|-------------------------------|
| високий рівень автоматизації | невелика потужність           |
| висока ефективність          | потрібен додатковий котел     |
| -                            | складна схема використання    |
| -                            | може бути джерелом шуму       |
| -                            | низька температура теплоносія |
| 1 квт.год = 3 - 3,5 квт.год. |                               |

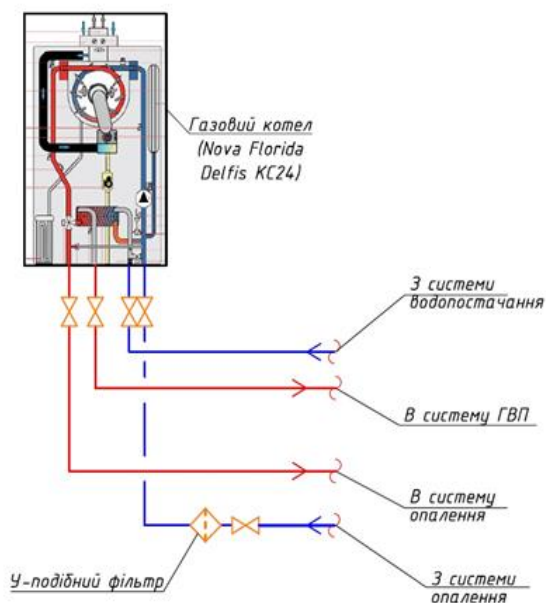
### Природний газ як паливо:

Таблиця 6.5

| Переваги:                           | Недоліки:                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| умовна доступність                  | вибухонебезпечний                    |
| відсутні втрати при транспортуванні | неможливість впливати на ціни        |
| висока енергоємність                | бюрократична система "газ.госпів"    |
| відсутня потреба акумуляції         | присутня абонплата                   |
| легко перетворити у теплову енергію | неможливість контролю якості         |
| -                                   | не зрозуміла перспектива доступності |

|                         |   |         |  |
|-------------------------|---|---------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1<br>Арк 37 / 22                 |

### Використання газових котлів



Таблиця 6.5

| Переваги:   | Недоліки:                    |
|---|------------------------------|
| невелика вартість   | обмеження по місцям монтажу  |
| проста схема використання   | складність заміни обладнання |
| високий рівень автоматизації  | -                            |
| висока ефективність   | -                            |
| невелика вартість   | -                            |
| <b>традиційний котел:</b> з 1 куб.м газу = 7 - 8,6 квт.год. тепла       |                              |
| <b>конденсаційний котел:</b> з 1 куб.м газу = 8,5 - 10,2 квт.год. тепла |                              |

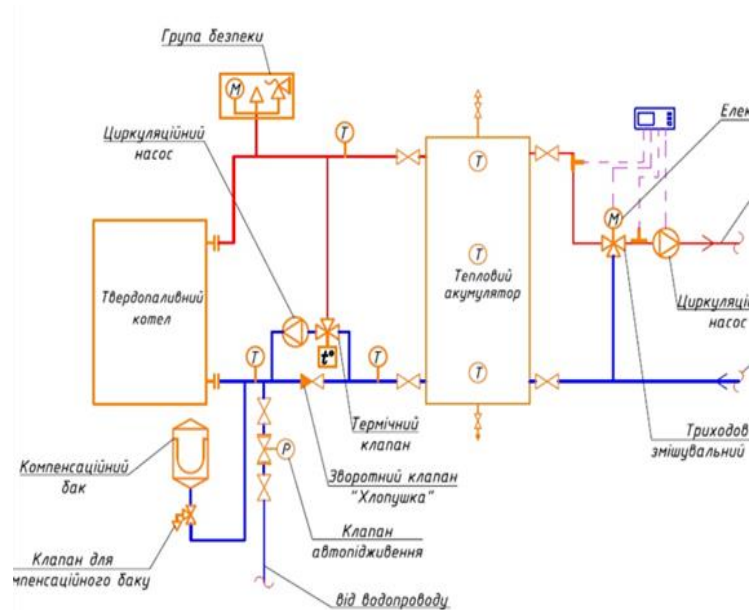
### Дрова як паливо:

Таблиця 6.6

| Переваги:                           | Недоліки:                             |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| умовно легка доступність            | погана система контролю якості        |
| відсутність прямої залежності       | нестабільна система постачання        |
| можливість забезпечити собі запас   | необхідність підготовки до спалювання |
| термін зберігання 2-3 роки          | облаштування дровника                 |
| легко перетворити у теплову енергію | вимагає витрат особистого часу        |
| відсутня абонплата та інші витрати  | ручна система подачі палива           |

|                         |   |         |  |
|-------------------------|---|---------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1                                |

### Схема обв'язки стандартного котла на дровах



Таблиця 6.7

| Переваги:                     | Недоліки:                               |
|-------------------------------|---|
| дрова - альтернативне паливо  | вимагає окремого приміщення для монтажу |
| можливість автоматизації      | складна схема обв'язки                  |
| висока температура теплоносія | вимагає великих трудозатрат             |
| -                             | небезпека пожежі                        |
| -                             | невисока ефективність                   |
| -                             | складне обслуговування                  |

Таблиця 6.8

### Пелети як паливо:

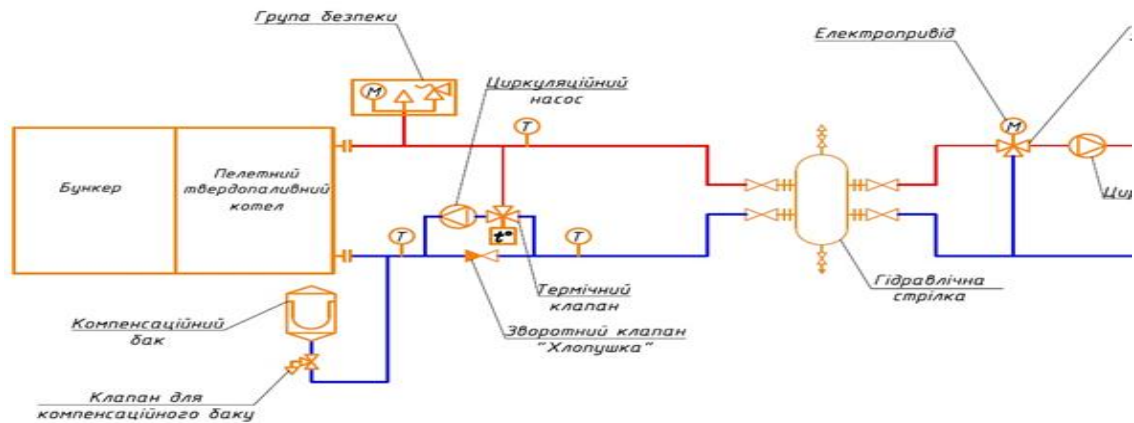
| Переваги:                         | Недоліки:                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| автоматизована подача палива      | нестабільна політика ціноутворення  |
| відсутність прямої залежності     | бажано купувати річний обсяг палива |
| можливість забезпечити собі запас | зміна якості в кожній партії        |
| багато постачальників палива      | боїться вологи                      |
| не потребують великого складу     | закритий склад для зберігання       |
| -                                 | важко перевірити якість             |

### Схема обв'язки пелетного котла:

Таблиця 6.9

| Переваги:                         | Недоліки:                               |
|-----------------------------------|---|
| пелети паливо з будь-якої біомаси | вимагає окремого приміщення для монтажу |
| автоматизація роботи              | складна схема обв'язки                  |
| висока температура теплоносія     | небезпека пожежі                        |
| -                                 | спеціалізоване обслуговування           |

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 24                                  |



Таблиця 6.10

## Річна вартість палива для обігріву будинку

| Тип генератора теплоти                  | Кількість палива | Ціна палива       | Вартість палива |
|---|------------------|-------------------|-----------------|
| Електричний котел                       | 22 282 квт.год   | 4,32 грн./квт.год | 37 433 грн      |
| Електричний котел + тепловий акумулятор | 22 282 квт.год   | 2,16 грн/квт.год  | -               |
| Тепловий насос                          | 7056 квт.год     | 3,24 грн./квт.год | -               |
| Традиційний газ. котел                  | 2461 м.куб.      | 8.00 грн./м.куб   | 19 688 грн      |
| Конденсаційний газ. котел               | 2075 м.куб.      | 8.00 грн./м.куб   | 16 602 грн      |
| Класичний котел на дровах               | 10 584 кг        | 2 грн./кг         | 21 168 грн.     |
| Піролізний котел на дровах              | 000000 кг        | 1 грн/кг          | -               |
| Пелетний котел                          | 6084 кг          | 8 грн./кг         | 36 288 грн.     |

Таблиця 6.11

## Річна вартість палива + сервісні витрати

| Тип генератора теплоти    | Сервісні роботи | Вартість палива | Вартість утримання |
|---------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Електричний котел         | 1000 грн.       | 37 433 грн      | 38 433 грн         |
| Тепловий акумулятор + ТЕН | 2000 грн.       | 20 918 грн      | 22 918 грн         |
| Тепловий насос            | 4000 грн        | 11 854 грн      | 15 854 грн         |
| Традиційний газ. котел    | 800 грн         | 19 688 грн      | 20 488 грн         |
| Конденсаційний газ. котел | 1200 грн        | 16 602 грн      | 17 802 грн         |
| Класичний котел на дровах | 2000 грн        | 21 168 грн.     | 23 168 грн.        |



|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 25                                  |

Таблиця 6.12

| Тип генератора                   | Вартість топкової       | Річна амортизація | Сервісні роботи |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| <i>Електричний котел</i>         | 40 000 грн. / 10 років  | 4000 грн          | 1000 грн.       |
| <i>ТА + ТЕН</i>                  | 100 000 грн. / 10 років | 10 000 грн        | 2000 грн.       |
| <i>Тепловий насос</i>            | 420 000 грн / 15 років  | 28 000 грн        | 4000 грн        |
| <i>Традиційний газ. котел</i>    | 30 000 грн / 10 років   | 3000 грн          | 800 грн         |
| <i>Конденсаційний газ. котел</i> | 40 000 грн./ 10 років   | 4000 грн          | 1200 грн        |
| <i>Піролізний котел</i>          | 200 000 грн / 15 років  | 13500 грн         | 2000 грн.       |

### Розрахунок компонентів системи опалення

В даній же, роботі, необхідно розрахувати та підібрати основні компоненти системи палення на основі електричного котла, який працює за нічним тарифом споживання електричної енергії для опалення власного житла.

1. На основі площі та конструктиву житла розраховуємо пікові тепловтрати.

$$P_{\text{пik}} = S \cdot P_{\text{пит}},$$

S - площа Вашого житла, P<sub>пит</sub> - питому тепловтрати згідно з конструктивом, беремо з таблиці.

2. На основі пікових тепловтрат, розраховуємо середньодобові енергетичні витрати протягом 1 дня під час опалювального сезону.

$$Q_{\text{доб}} = \frac{P_{\text{пik}}}{2 \cdot 24}$$

Це кількість енергії, яку повинен накопичувати у собі тепловий акумулятор, щоб обігрівати будівлю протягом дня.

3. Розраховуємо об'єм теплового акумулятора, який потрібен для накопичення достатньої кількості теплової енергії:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T, m = Q_{\text{доб}} / c \cdot \Delta T,$$

m - маса теплового акумулятора, c - питома теплоємність води (1,167 квт.год/1т\*1С), ΔT - різниця температур зарядки/розрядки теплового акумулятора. Максимальна температура нагріву буфера - +85, найменша ефективна температура розрядки буфера, залежить від типу Вашої системи опалення (+30 для теплої підлоги, +40 для радіаторів).

4. Із каталогу виробів еко-компанії Теплобак, обираємо такий об'єм теплового акумулятора, який краще підходить до Вашої ситуації об'єм теплового акумулятора більше або дорівнює тій масі теплового акумулятора, яку Ви порахували у пункту 3).

5. Розраховуємо фактичну кількість теплоти, яку повинен згенерувати електричний

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 26                                  |

котел під час заряджання теплового акумулятора за час 8 годин.

$$Q_{\text{факт}} = c \cdot m \cdot \Delta T,$$

$m$  - маса води у тому теплоакумуляторі, який Ви обрали.  $\Delta T$  - приймаємо +55 С.

6. Розраховуємо потужність електричного котла для зарядки теплового акумулятора:

$$P_{\text{ел.к.}} = \frac{Q_{\text{факт}}}{8} + \frac{P_{\text{пік}}}{2}$$

7. З каталогу компанії Proterm обираємо котел, який по потужності максимально близький до тої потужності, яку Ви порахували у пункті 6.

| V <sub>бака</sub> , л | Габарити, мм |      |      |      | Приєднувальні розміри, мм |      |      |      |     |     |      |      |     |
|-----------------------|--------------|------|------|------|---------------------------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
|                       | H            | ØD1  | ØD   | Ød   | h1                        | h2   | h3   | h4   | h5  | h6  | h7   | h8   | h9  |
| 200                   | 1310         | 700  | 500  | 400  | 251                       | 647  | -    | 1043 | 236 | 401 | -    | 921  | 323 |
|                       | 1½"          |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 300                   | 1920         | 700  | 500  | 400  | 251                       | 708  | 1168 | 1621 | 236 | 401 | 951  | 1521 | 323 |
|                       | 1½"          |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 400                   | 1700         | 800  | 600  | 450  | 264                       | 834  | -    | 1406 | 249 | 414 | -    | 1256 | 336 |
|                       | 1½"          |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 500                   | 1995         | 800  | 600  | 450  | 264                       | 721  | 1181 | 1634 | 249 | 414 | 964  | 1534 | 336 |
|                       | 1½"          |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 750                   | 2010         | 950  | 750  | 600  | 295                       | 752  | 1212 | 1665 | 280 | 445 | 995  | 1565 | 367 |
|                       | 1½"          |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 1000                  | 2060         | 1050 | 850  | 700  | 323                       | 780  | 1240 | 1693 | 308 | 473 | 1023 | 1593 | 395 |
|                       | 1½"          |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 1500                  | 2150         | 1200 | 1000 | 850  | 368                       | 825  | 1285 | 1738 | 353 | 518 | 1068 | 1638 | 440 |
|                       | 1½"          |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 2000                  | 2250         | 1400 | 1200 | 1000 | 419                       | 876  | 1336 | 1789 | 404 | 569 | 1119 | 1689 | 491 |
|                       | 1½"          |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 3000                  | 2340         | 1600 | 1400 | 1150 | 465                       | 922  | 1382 | 1835 | 450 | 615 | 1165 | 1735 | 537 |
|                       | 2"           |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 4000                  | 2400         | 1800 | 1600 | 1300 | 490                       | 947  | 1407 | 1860 | 475 | 640 | 1190 | 1760 | 562 |
|                       | 2"           |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |
| 5000                  | 2900         | 1800 | 1600 | 1300 | 490                       | 1110 | 1740 | 2360 | 475 | 640 | 1450 | 2260 | 562 |
|                       | 2"           |      |      |      |                           |      |      |      |     |     |      |      |     |

Рис.1 Каталог виробів еко-компанії Теплобак

|                                  | Ray (Скат)<br>6KE/14 | Ray (Скат)<br>9KE/14 | Ray (Скат)<br>12KE/14 | Ray (Скат)<br>14KE/14 | Ray (Скат)<br>18KE/14 | Ray (Скат)<br>21KE/14 | Ray (Скат)<br>24KE/14 | Ray (Скат)<br>28KE/14 |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Артикульний номер                | 0010023670           | 0010023671           | 0010023672            | 0010023673            | 0010023674            | 0010023675            | 0010023676            | 0010023677            |
| Клас енергоефективності (A++-G)  | D                    | D                    | D                     | D                     | D                     | D                     | D                     | D                     |
| <b>Технічні характеристики</b>   |                      |                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| Теплова потужність, кВт          | 6                    | 9                    | 12                    | 14                    | 18                    | 21                    | 24                    | 28                    |
| Номінальний струм автомата, А    | 10                   | 16                   | 20                    | 25                    | 32                    | 40                    | 40                    | 50                    |
| Температура опалення, °С         | 25 ... 85            | 25 ... 85            | 25 ... 85             | 25 ... 85             | 25 ... 85             | 25 ... 85             | 25 ... 85             | 25 ... 85             |
| Температура ГВП, °С              | 35 ... 70            | 35 ... 70            | 35 ... 70             | 35 ... 70             | 35 ... 70             | 35 ... 70             | 35 ... 70             | 35 ... 70             |
| <b>Габаритні розміри та вага</b> |                      |                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| Розміри, мм:                     |                      |                      |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
| Висота                           | 740                  | 740                  | 740                   | 740                   | 740                   | 740                   | 740                   | 740                   |
| Ширина                           | 410                  | 410                  | 410                   | 410                   | 410                   | 410                   | 410                   | 410                   |
| Глибина                          | 310                  | 310                  | 310                   | 310                   | 310                   | 310                   | 310                   | 310                   |
| Вага (без води)                  | 24                   | 24                   | 24                    | 25                    | 25                    | 26                    | 27                    | 27                    |

Рис.2 Каталог компанії Proterm

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 27                                  |

## **Розрахунок і підбір насосного обладнання для забезпечення водопостачання приватного будинку зі свердловини**

Розрахунок і підбір насосного обладнання для водопостачання приватного будинку зі свердловини базується на врахуванні основних параметрів системи. Перш за все, потрібно знати глибину свердловини, статичний та динамічний рівні води, а також необхідну подачу води для забезпечення потреб будинку. Для розрахунку загального напору насоса враховують геодезичну висоту підйому води, втрати тиску у трубопроводах і арматурі, а також резервний тиск. Загальний напір визначається як сума геодезичної висоти, втрат на тертя та запасу.

Вибір типу насоса залежить від глибини свердловини: для глибоких свердловин

Система водопостачання повинна бути оснащена автоматикою для захисту насоса від роботи на сухому ходу, перевантаження та частих увімкнень. Гідроакумулятор допомагає забезпечити рівномірний тиск у системі, зменшити кількість увімкнень насоса та продовжити термін його служби.

Для забезпечення довговічності системи рекомендується регулярно технічне обслуговування: перевірка стану фільтрів, очищення трубопроводів, а також контроль параметрів роботи насоса. Ефективна робота системи залежить від правильності початкового розрахунку та якісного монтажу обладнання.

1. Провести аналіз початкових даних свердловини і будинку.
2. Виконати розрахунки для вибору насоса, що забезпечує водопостачання відповідно до вимог.
3. Розрахувати мінімальний об'єм гідроакумулятора для заданих умов.
4. Розрахувати тип і переріз кабелю для підключення насоса.
5. Узагальнити отримані результати у вигляді рекомендацій для практичного застосування.

### **Підбір насоса для свердловини:**

Формула для розрахунку напору насоса:

$$H_{\text{насоса}} = H_{\text{гео}} + H_{\text{тр}} + H_{\text{дод}},$$

де:

$H_{\text{гео}}$  – геодезична висота.

$H_{\text{тр}}$  – втрати на тертя в трубах.

$H_{\text{дод}}$  – необхідний тиск у будинку.

|                         |   |         |  |
|-------------------------|---|---------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1<br>Арк 37 / 28                 |

### Розрахунок мінімального об'єму гідроакумулятора:

1. Розрахунок об'єму гідроакумулятора за кількістю запусків:

$$V = \frac{Q}{1 - \frac{P_1}{P_2}}$$

де:

V – об'єм гідроакумулятора (л).

Q – обсяг води, що витрачається за один цикл роботи насоса (л).

$P_1$  – мінімальний тиск у системі (атм) - 2,5атм – це мінімальне значення для комфортного використання води в приватному будинку.

$P_2$  – максимальний тиск у системі (атм) - 3,5атм – тиск відключення насоса (рекомендовано на 1 атм вище).

$$Q = \frac{\text{Пікове споживання}}{\text{Кількість запусків за годину}}$$

Для насоса, що забезпечує 1,5 м<sup>3</sup>/год (25 л/хв), і максимум 20 запусків за годину:

2. Розрахунок об'єму гідроакумулятора за запасом води:

Ефективний об'єм залежить від:

$$V_{\text{ефективний}} = V_{\text{гідроакумулятора}} \cdot \left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right)$$

Розрахунок пікового споживання:

$$Q_{\text{Пікове споживання}} = \sum_{i=1}^n q_i$$

де:

$Q_{\text{Пікове споживання}}$  – загальне пікове споживання (л/хв або м<sup>3</sup>/год).

$q_i$  – витрата води окремого споживача (л/хв).

n – кількість споживачів.

### Типові витрати води для різних пристроїв:

| Споживач              | Витрата води ( $q_i$ л/хв) |
|-----------------------|----------------------------|
| Кран у ванній кімнаті | 6–8                        |
| Кран на кухні         | 8–10                       |
| Душова кабіна         | 10–15                      |

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 29                                  |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| Ванна              | 15–20 |
| Пральна машина     | 10–15 |
| Посудомийна машина | 10–12 |
| Поливальний кран   | 15–25 |

Кориговане пікове споживання:

$$Q_{\text{Кор.пікове}} = Q_{\text{Пікове споживання}} \cdot K_{\text{Одночасності}}$$

Розрахунок кількості запусків:

$$N = \frac{Q_{\text{споживання}}}{V_{\text{ефективний}}}$$

де:

$N$  – кількість запусків насоса за годину (разів/год).

$Q_{\text{споживання}}$  – середня витрата води системою (л/год).

$V_{\text{ефективний}}$  – об'єм води, що подається з гідроакумулятора між мінімальним і максимальним тиском (л).

$$V_{\text{ефективний}} = V_{\text{гідроакумулятора}} \cdot \left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right)$$

**Підбір кабелю для підключення насоса:**

Розрахунок струму:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1100}{220 \cdot 0.9} = 5,56 \text{ A,}$$

де:

$P$  – потужність насоса (Вт або кВт). Значення береться з технічного паспорта насоса.

$U$  – напруга (В): зазвичай 220 В для однофазних насосів.

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності (зазвичай 0,85–0,95 для насосів).

Розрахунок падіння напруги:

$$\Delta U = I \cdot R \cdot L$$

де:

$\Delta U$  – падіння напруги (В).

$I$  – сила струму (А).

$R$  – питомий опір кабелю (Ом/м), залежить від матеріалу і перерізу.

$L$  – довжина кабелю в обидва боки (м).

Допустиме падіння напруги:

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 30                                  |

$$\Delta U \leq 220$$

Довжина кабелю (L) враховується як подвоєна довжина, оскільки струм проходить у два боки (до насоса і назад до джерела).

### **Проектування санвузла з розміщенням сантехнічного обладнання та каналізаційних труб**

Проектування санвузла з розміщенням сантехнічного обладнання та каналізаційних труб є важливою складовою інженерних мереж будівлі. Основною метою проектування є забезпечення комфортного, безпечного та гігієнічного використання санвузла, а також ефективної роботи систем водопостачання та водовідведення.

Проектна документація повинна включати план-схему розташування сантехнічного обладнання, трасу прокладання трубопроводів, місця розташування ревізійних отворів та кріплень, а також розрахунки діаметрів труб і необхідного тиску в системі. Виконання робіт повинно здійснюватися відповідно до проекту та чинних будівельних норм.

Необхідно розробити план розташування сантехнічних приладів у санвузлі, враховуючи ергономіку та вимоги доступності.

Після розробки плану, необхідно побудувати схему прокладання каналізаційних труб, включаючи: ухил труб, діаметри трубопроводів (рекомендація: D 110 мм для чорних вод, D 50 мм для сірих), місця розташування ревізійних отворів. Підготуйте короткий опис вашого проекту з поясненням вибраних рішень.

#### **Технічні умови:**

##### *1. Тип приміщення:*

- Санвузол для стандартного приватного будинку.
- Мінімальні розміри приміщення: 2x3 м.
- Висота стелі: 2,7 м.

##### *2. Сантехнічне обладнання:*

Унітаз:

- Розташування: вздовж короткої стіни біля стояка (ліва частина).
- Відстань від стіни до центру унітаза: 40 см.
- Висота встановлення: 45 см від підлоги.
- Тип: підвісний унітаз з вбудованим бачком.

Умивальник:

Розташування: по центру довгої стіни навпроти дверей.

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 31                                  |

- Відстань від підлоги до верхнього краю: 85 см.
- Ширина умивальника: 60 см.
- Підключення до каналізації через сифон.

Душова кабіна:

- Розташування: правий кут біля вхідних дверей.
- Розміри: 90x90 см.
- Тип: низький піддон з трапом.
- Відстань до найближчої стіни: 15 см.

Біде (опціонально):

- Розташування: праворуч від унітаза.
- Висота: 45 см.
- Відстань між біде та унітазом: 30 см.

Пральна машина:

- Розташування: біля умивальника на довгій стіні.
- Висота зливного шланга: 60–80 см.

### 3. Каналізація:

- Забезпечити швидке відведення чорних та сірих вод.
  - Розрахувати ухили трубопроводів для забезпечення самопливу (мінімум 1%, максимум 6%, залежно від діаметру труб).
  - Встановити вентиляцію стояка (фанова труба).
  - Дотримуватися правил герметичності з'єднань.

### 4. Вимоги до ергономіки:

- Дотриматися зон маневру згідно з DIN 18040: мінімум 150 см для особи у візку та 120 см для осіб із милицями.
- Висота умивальника: 85 см.
- Висота унітаза: 45 см.
- Висота душової кабіни: не менше 200 см.

### 5. Монтаж:

- Використовувати сифони для умивальника та душової кабіни з висотою водяного затвору не менше 50 мм.
- Уникати прямих кутів у системі відведення води (використовувати косі хрестовини або трійники).

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 32                                  |

○ Забезпечити ревізійні отвори на кожному змінному напрямку труб (кут більше 45°) та внизу стояка.

*б. Очистка стоків (за потреби):*

○ Якщо немає доступу до центральної каналізації, передбачити використання септика попередньої очистки або біофільтра.

***Система каналізації:***

*Загальні вимоги:*

- Ухил труб: 2% (2 см на метр).
- Діаметри труб:
  - D 110 мм для унітаза (чорні води).
  - D 50 мм для умивальника, душової kabіни та біде (сірі води).

**Мінімальний ухил забезпечує самоплив:**

- Для труб діаметром 50 мм: 2% (2 см на 1 м).
- Для труб діаметром 110 мм: 1-2% (1-2 см на 1 м).

*Прокладка труб:*

- Унітаз: Труба D 110 мм йде прямо до стояка.
- Умивальник: Відведення D 50 мм до колектора через сифон.
- Душова kabіна: Відведення D 50 мм, ухил 2%, через трап із сухим затвором.
- Біде: Підключення до загального стояка через відведення D 50 мм.
- Пральна машина: Злив підключається до загального колектора через відведення D 50 мм.

Ці дані беремо з нормативної літератури (ДБН, DIN 18040) та рекомендацій виробників.

*Ревізійні отвори:*

- На кожному змінному куті більше 45°.
- У нижній частині стояка.
- У кінці горизонтального трубопроводу.

*Вентиляція:*

- Встановлення фанового стояка діаметром 110 мм.
- Виведення фанового стояка на дах із встановленням вентиляційного грибка.

***Система очистки стоків (за необхідності):***

Якщо відсутнє підключення до центральної каналізації. Використовується **септик попередньої очистки** з фільтруючим дренажем.



|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 33                                  |

- Об'єм септика: 3-разовий добовий обсяг стоків.
- Розташування: не ближче ніж 5 м від будинку.
- Ухил труб до септика: 1%.
- Фільтруючий дренаж: траншеї шириною 0,5–1 м, довжиною до 20 м.
- Ущільнення труб: герметизація з'єднань.

**Схема підключення:**

- **Унітаз:** пряме підключення до стояка D 110 мм.
- **Умивальник, душова кабіна, біде:** об'єднані в один колектор D 50 мм, що приєднується до стояка D 110 мм.
- **Вентиляція:** фанова труба підключена до стояка і виходить на дах.

**Ергономіка:**

- Відстань між сантехнічними приладами:
  - Мінімум 30 см між унітазом і біде.
  - Мінімум 70 см перед умивальником.
  - Простір перед унітазом: 60–70 см.
- Маневрова зона: 150 см у центрі приміщення для людей у візку.

**Діаметри труб:**

| Елемент системи               | Діаметр труби (мм) | Рекомендований нахил (%) | Призначення                           |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Від унітаза до стояка         | 110                | 2                        | Чорні води (унітаз)                   |
| Від душової кабіни до стояка  | 50                 | 2                        | Сірі води                             |
| Від умивальника до стояка     | 50                 | 2                        | Сірі води (умивальник)                |
| Від пральної машини до стояка | 50                 | 2                        | Сірі води (пральна машина)            |
| Від біде до стояка            | 50                 | 2                        | Сірі води (біде)                      |
| Каналізаційний стояк          | 110                | -                        | Об'єднання всіх відводів до колектора |
| Фанова труба (вентиляція)     | 110                | -                        | Вентиляція системи каналізації        |
| Дренажні труби                | 100                | 1,5                      | Фільтрування очищених стоків          |

**Вентиляція каналізації: Детальне пояснення**

Вентиляція каналізаційної системи є критичним елементом, що забезпечує:

1. Балансування тисків у системі.
2. Запобігання проникненню газів із каналізаційної мережі до приміщення.
3. Стійкість до утворення вакууму або надлишкового тиску під час зливу стоків.

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 34                                  |

## Типи вентиляційних систем

### А. Фанова труба (пряма вентиляція)

Це найдоступніший і найефективніший спосіб вентиляції.

Каналізаційний стояк продовжується до даху будівлі, утворюючи вентиляційний вихід.

Основні вимоги:

- Діаметр фанового стояка повинен дорівнювати діаметру каналізаційного стояка (110 мм для більшості житлових будівель).
- Висота фанового виходу над дахом: **не менше 0.5 м.**
- Вентиляційний грибок запобігає потраплянню дощової води та сміття в систему.

Особливість: повітря циркулює як у напрямку зсередини системи назовні, так і у зворотному напрямку.

### В. Вакуумний клапан (альтернатива фановій трубі)

Використовується, коли немає можливості вивести фанову трубу на дах.

Як працює:

- При створенні вакууму клапан відкривається, впускаючи повітря в систему.
- У нормальному стані клапан закритий, запобігаючи виходу газів із системи.

Недоліки:

- Забезпечує тільки подачу повітря, але не видаляє газу.
- Менш довговічний порівняно з фановою трубою.

Розташування:

- На верхньому поверсі будівлі.
- У доступному для обслуговування місці.

### С. Паралельна вентиляція

- Використовується у великих будівлях з декількома стояками.
- Каналізаційний стояк супроводжується окремою вентиляційною трубою, яка з'єднується з кожним поверхом.

- Особливість: компенсує як зони низького, так і високого тиску, що забезпечує стабільність системи.

- Застосування: багатопверхові будівлі, комерційні приміщення.

### Д. Вторинна вентиляція

- подача повітря до кожного сантехнічного приладу через окремі вентиляційні відводи.

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 35                                  |

○ Найдорожчий спосіб вентиляції, який застосовується в багатоповерхових будівлях або там, де можлива одночасна робота багатьох приладів.

1. Розрахунок нахилу каналізаційних труб

$$h = i \cdot L$$

2. Розрахунок об'єму септика

$$V = N \cdot Q \cdot t$$

3. Гідравлічний розрахунок каналізації

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_f}$$

Коефіцієнт наповнення труби:

$$K = \frac{H}{D}$$

4. Розрахунок маневрових зон (не обов'язково)

$$S = \pi \cdot R^2$$

5. Розрахунок довжини дренажного поля

$$L_d = \frac{Q_d}{q_d}$$

|                         |   |         |               |  |
|-------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                         | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 36                                  |

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### *Основна література:*

1. А. Якименко О. В. Технічна експлуатація інженерних мереж : навч. посібник / О. В. Якименко, Н. Г. Морковська ; ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М Бекетова, 2021. – 289 с.
2. В. О. Орлов, В. О. Шадура, В. Л. Филипчук. Міські інженерні мережі та споруди: навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2019. – 220 с.
3. О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська, О. В. Титко. Теплопостачання: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 85 с.
4. С. А. Горносталь, О. А. Петухова, І. Б. Федюк, О. Л. Олійник. Інженерні мережі та комунікації. Частина II. Водовідведення: текст лекцій /– Х.: НУЦЗУ, 2019. – 44 с.
5. С. В. Синій. Інженерні мережі: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія денної та заочної форм навчання /– Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – 120 с.

### *Допоміжна література*

1. Алексахін О. О., Панчук О. В. Теплогазопостачання і вентиляція. Вибрані задачі: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 230 с.
2. Розрахунок систем інженерного обладнання будівель: навч. посібник / Кравченко В.С., Проценко С.Б., Кравченко Н.В.; За ред. В.С. Кравченка.-Рівне: НУВГП, 2016.– 495 с
3. Соколан Ю.С. Інженерне обладнання будівель. Ч І: Навч. пос. для студ., які навчаються за ОПП підгот. бакалавра за спец. 241 «Готельно-ресторанна справа». – Хмельницький: ХНУ, 2018. - 178 с.
4. Шадура В.О., Кравченко Н.В. Водопостачання та водовідведення: навч. посібник. – Рівне : НУВГП, 2018. – 343 с.

### *Законодавчо-нормативні документи:*

5. ДСТУ EN 12831-1:2017 Енергоефективність будівель. Метод розрахунку проектного теплового навантаження. Частина 1. Теплове навантаження, Модуль М3-3 (EN 12831-1:2017, IDT); чинний з 15.12.2017.
6. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К: Мінрегіон України, 2021.

|                            |   |         |               |  |
|----------------------------|---|---------|---------------|--|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 |         |               | Ф-23.05-<br>05.02/3/192.00.1/Б/ОК27-<br>2024 |
|                            | Випуск 1  | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 37 / 37                                  |

7. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. - К.: Мінрегіонбуд України, - 2008.
8. ДБН В.2.5-64:2013. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – К.: Мінрегіон України, 2013.
9. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
10. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
11. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
12. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2019.
13. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. - Київ: Мінрегіон України, 2018.
14. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання. – К.: Мінрегіон України, 2019.
15. ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. - Київ: Мінрегіонбуд України, 2019.
16. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. - Київ: Мінрегіон України, 2019.